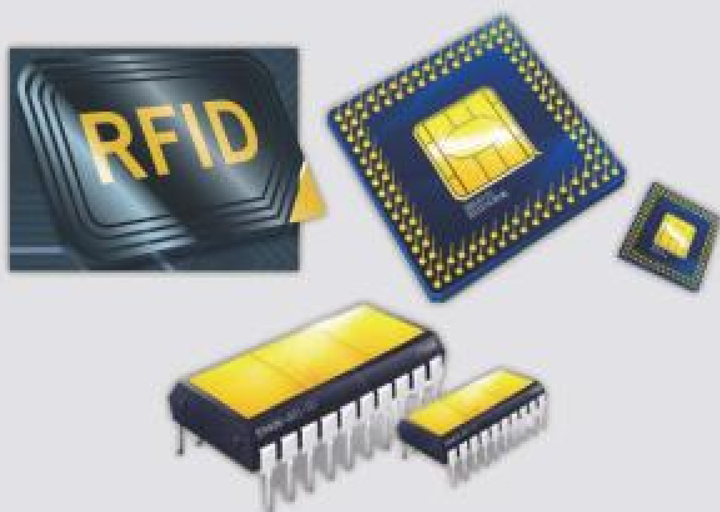
电气信息工程丛书

RFID与EPC技术

刘同娟　杨岚清　胡安琪　编著




机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

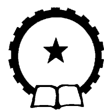
VISIT…

LANZAROTE
Caliente.COM

电气信息工程丛书

RFID与EPC技术

刘同娟　杨岚清　胡安琪　编著



机 械 工 业 出 版 社

本书是为了适应现代智能物流发展需要，促进现代物流业和物流信息技术发展的需要而编写的。本书力求从 RFID 与 EPC 技术原理以及物流应用案例的各个方面进行比较全面的介绍，既强调 RFID 与 EPC 技术的系统设计方法和原理，又立足于该技术在物流领域的实际应用，并给出了现代物流领域的最新案例。主要内容包括：RFID 技术概述、RFID 技术的工作原理及系统组成、RFID 标准化、EPC 基础、EPC 编码体系、EPC 系统网络技术、RFID 在现代仓储物流管理中的应用、RFID 在智能交通领域中的应用、RFID 在配送中心的应用、EPC 技术在第四方物流信息平台中的应用和 EPC 物联网技术在乳制品供应链追溯中的应用。

本书内容简单明了侧重基本概念和基础技术的讲解，并强调 RFID 与 EPC 技术在现代物流领域中的应用。随书配有电子课件。

本书适合计算机科学与技术、信息工程和物联网工程专业的本科生或研究生作为物联网技术相关课程学习的教材或教学参考书，也可供其他领域的学生、学者及科技人员参考。

图书在版编目（CIP）数据

RFID 与 EPC 技术/刘同娟，杨岚清，胡安琪编著. —北京：机械工业出版社，2016.10
(电气信息工程丛书)
ISBN 978-7-111-55494-3

Ⅰ.①R… Ⅱ.①刘… ②杨… ③胡… Ⅲ.①无线电信号-射频-信号识别 ②码分多址移动通信-通信技术 Ⅳ.①TN911.23 ②TN929.533

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2016）第 279173 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）
策划编辑：时 静 责任编辑：尚 晨
版式设计： 责任校对：张艳霞
封面设计： 责任印制：
印刷厂印刷
2017 年 1 月第 1 版 · 第 1 次印刷
184mm×260mm · 11.5 印张 · 273 千字
0001-3000 册
标准书号：ISBN 978-7-111-55494-3
定价：35.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务
服务咨询热线：010-88361066
读者购书热线：010-68326294
010-88379203

网络服务
机 工 官 网：www.cmpbook.com
机 工 官 博：weibo.com/cmp1952
金 书 网：www.golden-book.com
教育服务网：www.cmpedu.com

封面无防伪标均为盗版

前　言

随着社会的快速发展，信息成为人类生活中必不可少的一部分，人们通过不同的渠道获得所需要的信息，从而为自己所用。作为国民经济发展中重要一环的物流业，物流的信息化更是十分重要的。物流信息化快速推进现代物流的发展，使得物流企业的管理理念以及管理体制都得到了改进，而且对其他传统的物流仓储、物流配送等环节的信息化推进都起到了示范作用。随着计算机以及其他信息技术的发展及应用，物流信息化已经成为整个物流行业发展的重要支撑。

物流信息化很大部分依赖于物联网技术，而作为物联网技术中的关键环节即射频识别技术（RFID）以及产品电子代码（EPC）系统的快速发展，使得物流信息化可以得到快速发展。RFID 技术就是通过无线电技术对信息进行采集，EPC 系统将其所建立的标准应用于物流领域，从而使得物流的信息化更加完善。物流信息化的发展将现代物流推向更高的层次。

全文分为两篇，共 11 章内容。第一篇是技术原理，共 6 章内容，其中第 1 ~ 3 章介绍 RFID，主要从 RFID 概念，RFID 技术的工作原理及其系统组成以及 RFID 的标准化方面介绍 RFID；第 4 ~ 6 章主要介绍 EPC，从 EPC 的基础到 EPC 编码体系最后到 EPC 的系统网络技术进行了详细的介绍。第二篇为应用案例，共 5 章内容，其中第 7 ~ 9 章介绍了 RFID 在现代物流中的应用，分别介绍了 RFID 在现代仓储物流管理、智能交通领域以及配送中心的应用；第 10 ~ 11 章介绍了 EPC 技术在第四方物流信息平台及 EPC 物联网技术在乳制品供应链追溯中的应用。

本书内容深入浅出，具有丰富的应用案例，非常适合计算机科学与技术、物联网工程和信息工程专业的本科生或研究生使用，也可供其他领域的学生、学者及科技人员参考使用。

本书由刘同娟、杨岚清和胡安琪编著。第 1 ~ 7 章由刘同娟编写，第 8 ~ 9 章由杨岚清编写，第 10 ~ 11 章由胡安琪编写。在本书编写的过程中，参考和引用了大量学者的研究成果，在此对这些作者表示敬意和感谢！同时，在本书的写作过程中，得到了北京物资学院信息学院领导及专家的指导，在此向他们表示感谢。

本书出版得到北京市属高等学校高层次人才引进与培养青年拔尖人才培育计划项目（CIT&TCD201504051）、北京市优秀人才培养资助青年骨干个人项目（2014000020124G093）资助。

由于 RFID 技术以及 EPC 编码应用范围较广，编写时间仓促，同时作者的知识水平和教学经验有限，本书的错漏之处在所难免，因此希望使用本书的读者给予批评与意见，以使我们在未来的教学中和科研工作中不断进步。

编　者

2016 年 8 月

目　　录

前言
第 1 章　射频识别（RFID）技术概述 …… *1*
1.1　认识 RFID 技术 …… *1*
1.1.1　RFID 技术基本概念 …… *1*
1.1.2　RFID 技术的特征 …… *1*
1.1.3　日常生活中 RFID 技术的应用 …… *2*
1.2　RFID 技术的发展历史 …… *3*
1.3　RFID 技术的分类 …… *3*
1.3.1　按频率划分 …… *4*
1.3.2　按电子标签供电方式划分 …… *4*
1.3.3　按电子标签的可读写划分 …… *5*
1.3.4　按数据通信方式划分 …… *5*
1.4　RFID 技术的发展现状 …… *6*
1.4.1　RFID 技术在国外的应用现状 …… *7*
1.4.2　我国 RFID 技术的发展现状 …… *8*
1.5　RFID 技术的市场前景 …… *9*
第 2 章　RFID 技术的工作原理及系统组成 …… *12*
2.1　基本原理 …… *12*
2.2　RFID 电子标签 …… *13*
2.2.1　电子标签的定义 …… *13*
2.2.2　电子标签的内部结构 …… *13*
2.2.3　电子标签的分类 …… *14*
2.2.4　标签的类型 …… *16*
2.2.5　考虑因素 …… *18*
2.3　RFID 阅读器 …… *19*
2.3.1　阅读器的定义 …… *19*
2.3.2　阅读器的内部结构 …… *19*
2.3.3　阅读器的分类 …… *20*
2.3.4　选择阅读器需考虑的因素 …… *21*
2.4　RFID 应用系统的组成 …… *22*
第 3 章　RFID 标准化 …… *25*
3.1　RFID 标准概述 …… *25*
3.2　RFID 标准简介 …… *25*

3.3　RFID 标准的分类 …… 27
3.4　常用 RFID 标准 …… 28
3.5　RFID 标准化组织 …… 29
3.6　我国相关标准的现状和存在的问题 …… 30
3.6.1　相关标准现状 …… 30
3.6.2　存在的问题 …… 31
3.6.3　RFID 标准化发展趋势 …… 32
第 4 章　EPC 基础 …… 33
4.1　EPC 的定义 …… 33
4.2　EPC 的产生 …… 33
4.2.1　条码自动识别 …… 33
4.2.2　射频识别 …… 34
4.2.3　EPC …… 34
4.3　EPC 系统的构成 …… 35
4.3.1　全球产品电子代码编码体系 …… 36
4.3.2　射频识别技术 …… 36
4.3.3　信息网络系统 …… 37
4.4　EPC 系统的特点 …… 37
4.5　EPC 系统的工作流程 …… 38
4.6　EPC 的发展状况 …… 38
4.6.1　国外 EPC 的发展现状 …… 39
4.6.2　国内 EPC 的发展现状 …… 39
第 5 章　EPC 编码体系 …… 41
5.1　EPC 标准 …… 41
5.1.1　EPC 编码的两个标准 …… 41
5.1.2　EPC 编码的原则 …… 42
5.2　EPC 编码的结构和类型 …… 43
5.2.1　EPC 编码的结构特性 …… 43
5.2.2　EPC 编码的结构 …… 44
5.2.3　EPC 编码的类型 …… 45
5.3　EPC 编码策略 …… 48
5.4　EPC 编码实现 …… 52
5.4.1　EPC 标签（e－Tag） …… 52
5.4.2　阅读器 …… 53
第 6 章　EPC 系统网络技术 …… 54
6.1　中间件 …… 54
6.1.1　中间件的定义 …… 54

6.1.2 EPC 中间件的功能 …… 54
6.1.3 EPC 中间件的作用 …… 54
6.1.4 EPC 系统的 Savant 中间件技术 …… 55
6.2 ONS 工作原理 …… 56
6.2.1 对象名称解析服务作用 …… 56
6.2.2 对象命名服务的技术原理 …… 56
6.2.3 对象命名服务的实现架构 …… 58
6.2.4 对象命名服务的应用前景 …… 59
6.3 实体标记语言 …… 59
6.4 EPC 信息服务 …… 60
第 7 章 RFID 在现代仓储物流管理中的应用 …… 63
7.1 现代仓储物流管理现状 …… 63
7.1.1 现代仓储的发展过程 …… 63
7.1.2 我国现代仓储管理的现状及问题 …… 64
7.1.3 现代仓储管理的优化策略 …… 65
7.1.4 现代仓储管理的发展趋势 …… 67
7.2 现代仓储物流管理的流程 …… 67
7.2.1 主业务流程 …… 67
7.2.2 入库作业流程 …… 68
7.2.3 库存管理作业流程 …… 69
7.2.4 出库作业流程 …… 69
7.3 RFID 技术在现代仓储物流管理中的应用 …… 70
7.3.1 RFID 系统硬件构成 …… 70
7.3.2 RFID 技术应用的层次 …… 70
7.3.3 RFID 技术应用的环节 …… 71
7.3.4 RFID 技术用于现代仓储物流管理的优势 …… 71
7.3.5 RFID 技术在现代仓储物流管理中的应用实例 …… 72
7.4 基于 RFID 技术的仓储管理系统设计与开发 …… 73
7.4.1 系统总体设计 …… 73
7.4.2 软件体系结构设计 …… 75
7.4.3 系统数据库设计 …… 75
7.4.4 系统功能模块 …… 76
7.4.5 系统业务流程 …… 77
第 8 章 RFID 在智能交通领域中的应用 …… 79
8.1 智能交通概述 …… 79
8.1.1 智能交通的定义 …… 79
8.1.2 我国智能交通的应用前景 …… 79

8.1.3　我国智能交通系统存在的问题 …… 80
8.1.4　国外智能交通的发展 …… 80
8.1.5　我国智能交通系统的研发方向 …… 82
8.2　智能交通的内容划分 …… 84
8.2.1　从系统组成的角度分类 …… 84
8.2.2　从面向服务的角度分类 …… 84
8.3　RFID 技术在智能交通中的应用模式 …… 86
8.3.1　RFID 技术在智能交通中应用的可行性 …… 86
8.3.2　RFID 技术在智能交通中的应用模式 …… 87
8.3.3　与其他相关技术的比较与融合 …… 89
8.4　RFID 技术在智能交通领域的典型应用 …… 89
8.4.1　RFID 技术在智能交通领域应用介绍 …… 89
8.4.2　RFID 技术在智能交通系统中的应用设想 …… 92
8.5　基于 RFID 技术的智能交通系统设计与开发 …… 92
8.5.1　系统总体设计 …… 92
8.5.2　系统的硬件组成和网络配置 …… 94
8.5.3　基站的构成与分布 …… 96
8.5.4　数据存储系统的设计 …… 96
第 9 章　RFID 在配送中心的应用 …… 101
9.1　物流配送及配送中心 …… 101
9.1.1　配送及配送中心的定义 …… 101
9.1.2　物流配送中心的基本作业流程 …… 101
9.2　传统物流配送中心存在的主要问题 …… 102
9.3　RFID 技术在物流配送中心的应用 …… 103
9.4　RFID 在配送中的两种应用方式 …… 104
9.5　RFID 在配送中的应用成效 …… 105
9.6　RFID 在物流配送应用中的瓶颈与问题 …… 108
9.6.1　RFID 在物流配送应用中的瓶颈 …… 108
9.6.2　RFID 在物流配送应用中存在的问题 …… 111
9.7　RFID 在我国物流配送应用中的对策 …… 112
9.7.1　成本价格对策 …… 112
9.7.2　标准与技术对策 …… 112
9.7.3　市场需求与风险对策 …… 113
9.7.4　组织变革与流程再造对策 …… 114
第 10 章　EPC 技术在第四方物流信息平台中的应用 …… 115
10.1　第四方物流概述 …… 115
10.1.1　第四方物流产生的背景及定义 …… 115

10.1.2 第四方物流的特点 …… 116
10.1.3 第四方物流的组织结构与运作模式 …… 116
10.1.4 第四方物流的优势与功能 …… 119
10.1.5 第四方物流的发展面临的问题 …… 120
10.1.6 我国发展第四方物流的应对策略 …… 122
10.2 EPC 物联网和第四方物流 …… 123
10.2.1 EPC 物联网概述 …… 123
10.2.2 现有物流体系及思考 …… 125
10.2.3 基于 EPC 物联网的第四方物流解决方案 …… 127
10.3 基于 EPC 技术的第四方物流信息平台设计与开发 …… 128
10.3.1 第四方物流信息平台概述 …… 128
10.3.2 第四方物流信息平台的功能分析 …… 128
10.3.3 第四方物流信息平台的体系结构 …… 129
10.3.4 第四方物流信息平台的功能 …… 130
10.3.5 业务流程设计 …… 131
10.3.6 数据库设计 …… 134
第 11 章 EPC 物联网技术在乳制品供应链追溯中的应用 …… 138
11.1 乳制品供应链概述 …… 138
11.1.1 乳制品供应链相关概念 …… 138
11.1.2 乳制品供应链的模式 …… 139
11.2 乳制品供应链追溯模式分析 …… 143
11.2.1 乳制品供应链的可追溯性 …… 143
11.2.2 供应链追溯模式 …… 143
11.3 基于 EPC 物联网技术的乳制品供应链追溯平台的设计研究 …… 148
11.3.1 平台总体结构 …… 148
11.3.2 系统的主要功能模块 …… 151
11.3.3 EPC 编码策略 …… 154
11.3.4 对象名解析服务 …… 157
11.3.5 EPCIS …… 161
11.3.6 平台数据库 …… 169
11.4 基于 EPC 物联网的乳制品供应链追溯平台的实现 …… 170
参考文献 …… 175

第 1 章　射频识别（RFID）技术概述

射频识别（Radio Frequency Identification，RFID）技术是 20 世纪 90 年代开始兴起的一种非接触的自动识别技术，它利用无线射频方式进行非接触式通信，可以实现对目标的自动识别。在现实生活中，各种各样的活动或者事件产生的数据往往需要输入到计算机中，通过计算机对其进行分析，得出对生产和生活十分重要的决策。如果脱离了这些基础数据的支持，人们将无法通过计算机进行正确的决策。在当前比较流行的物流研究中，基础数据的实时采集是物流管理信息系统（Logistics Management Information System，LMIS）存在的基础，而且物流产生的实时数据比其他任何环节都要密集，数据量非常大，这就要求在设计、实现这些系统的过程中使用一种可动态识别目标、识别距离长、数据采集量大、信息可动态更新的自动识别技术——射频识别技术。

1.1　认识 RFID 技术

1.1.1　RFID 技术基本概念

射频（Radio Frequency，RF）技术是一种无线电通信技术，其基本原理是电磁理论，利用无线电波对记录媒体进行读写。

RFID 是一种非接触式的自动识别技术，它通过射频信号自动识别目标对象，可快速地进行物品追踪和数据交换。识别工作无须人工干预，并可以在各种恶劣环境下正常工作。RFID 技术可识别处于高速运动状态下的物体并可同时识别多个标签，操作快捷方便。

与传统的条型码、磁卡及 IC 卡相比，射频卡具有非接触、阅读速度快、无磨损、不受环境影响、寿命长、便于使用的特点和具有防冲突功能，并能同时处理多张卡片。如今，射频识别技术已被广泛应用于工业自动化、商业自动化、交通运输控制管理等诸多领域。

RFID 是一种具有突破性的技术，具有如下特点：第一，它可以识别单个且非常具体的物体，而不是像条形码那样只能识别一类物体；第二，它采用无线射频，可以穿透外部材料读取数据，而条形码必须靠激光来读取信息；第三，它可以同时对多个物体进行识读，而条形码只能一个一个地读。此外，它储存的信息量非常大。RFID 的应用非常广泛，目前其典型应用有动物晶片、汽车晶片防盗器、门禁管制、停车场管制、生产线自动化和物料管理等。

1.1.2　RFID 技术的特征

（1）数据的无线读取功能

通过 RFID Reader 可不需接触，直接读取信息至数据库内，并且可以一次处理多个标签，还可以将物流处理的状态写入标签，供下一阶段物流处理使用。

（2）容易实现小型化、多样化

RFID 在读取时并不受物体的大小与形状的限制，所读取数据的精确度高，RFID 电子标签可往小型化发展并应用于不同的产品中，因此，它可以灵活控制产品的生产，特别是在生产线上的应用。

（3）耐环境性

RFID 对水、油和药品等物质具有很强的抗污性，RFID 即便在黑暗或脏污的环境下，也可以读取数据。

（4）可重复使用

由于 RFID 为电子数据，可反复读写，所以可以回收标签进行重复使用。

（5）穿透性

RFID 若被纸张、木材和塑料等非金属或非透明的材质包覆，也可以进行穿透性通信，但若是铁质金属，则无法进行通信。

（6）数据的记忆容量大

数据容量会随着记忆规格的发展而扩大，未来物品需要携带的资料信息量越来越大，对标签所能扩充的容量需求也在增加，而 RFID 不会受到限制。

（7）系统安全

将产品数据从中央计算机中转存到工件上将为系统带来安全保障，从而大大提高系统的安全性。

（8）数据安全

通过校验或循环冗余校验的方法可保证射频标签中存储数据的准确性。

1.1.3 日常生活中 RFID 技术的应用

1. 物流仓储管理

现代物流业是运输、仓储、装卸、加工、整理和配送等方面的有机结合，形成完整的产业链，为用户提供多功能，一体化的综合性服务。要实现对整个产业链的精确控制与调度，控制系统需要对整个供应链上的各项业务资料进行读写。而 RFID 能够有效地完成这项工作。对供应链上的产品或原料等实物打上电子标签，在物流产业链的关键节点（如仓储中的入库和出库及盘点环节）设置读写器，从而实现对这些实物的有效监控和管理，并可完成实物的整个产业链级别的全流程跟踪。

2. 宠物管理

在城市中，为了控制流浪狗数量和城市内宠物数量，可以采用 RFID 技术给宠物佩戴可识别标牌，避免宠物走失。通过各地的流浪宠物救助中心、宠物医院的数据中心和全球定位系统迅速帮助找到走失的宠物，更为便捷的是，甚至可以通过宠物身上的 RFID 标牌信息连接到 Google 网站的全球定位频道，宠物主人可以通过卫星影像图来确定丢失宠物的位置。这种系统可以大大降低流浪宠物的出现，保护了宠物的生存权。

3. 智能停车场管理

高档社区，企业和机构对停车场的管理和安全措施有比较高的要求。可以采用基于 RFID 的智能停车场管理系统来实现车辆的自动识别和信息化管理。该系统给车辆分配电子车卡，给司机分配司机卡，两者都是电子标签。在车辆经过停车场门禁区时，门禁区读写器

同时与电子车卡和司机卡通信，读取司机和车辆的信息，并送往车道控制计算机。车道控制计算机判定车卡和司机卡的有效性，只有当车卡和司机卡相匹配时，才能判定为合法，否则都被认为是非法。当判定为合法时，系统才会对车辆放行，而判定为非法时，将拒绝放行，同时系统会报警和抓拍图片。这种方式可以有效提高停车场车辆的通行效率和安全性。

除上述应用外，目前 RFID 技术还被广泛应用于诸如门禁、铁路、图书馆和快递等领域。

1.2　RFID 技术的发展历史

RFID 并不是一个崭新的技术，最早可以追溯至第二次世界大战时期。RFID 是直接继承了雷达的概念，并由此发展起来的一种新的自动识别技术。1948 年哈里·斯托克曼（Harry Stockman）发表的《利用反射功率的通信》一文奠定了 RFID 的理论基础。

RFID 被称为一种新的技术，是无线电技术与雷达技术的结合。奠定了 RFID 基础的技术最先在第二次世界大战中得到发展，当时是为了鉴别飞机，又称为“敌友”识别技术，该技术的后续版本至今仍在飞机识别中使用。在第二次世界大战中，为了在空战中能识别目标是否为自己的战友，人们曾经开发并应用了一种雷达，称为敌我识别器，也称应答器。这可以认为是目前 RFID 系统的最早应用。但是由于成本高，它在很长的一段时期内未能在民用产品中推广应用。

近年来，由于半导体制造业和无线电技术的发展，RFID 的成本得以进一步降低，特别是在多目标、高速运动物体识别和非接触式识别方面，RFID 技术显示出在各个领域中应用的巨大发展潜力。在过去的半个多世纪里，RFID 的发展经历了几个阶段，如果按照十年为一个时间段，可以划分为如下几个阶段：

- 1941 ~ 1950 年，雷达的改进和应用催生了 RFID 技术，1948 年奠定了 RFID 技术的理论基础。
- 1951 ~ 1960 年，早期 RFID 技术的探索阶段，主要处于实验室研究阶段。
- 1961 ~ 1970 年，RFID 技术的理论得到了发展，并逐步转向一些应用尝试。
- 1971 ~ 1980 年，RFID 技术与产品研发处于一个大发展时期，各种 RFID 技术测试得到加速。出现了一些最早的 RFID 应用。
- 1981 ~ 1990 年，RFID 技术及产品进入商业应用阶段，各种规模应用开始出现。
- 1991 ~ 2000 年，RFID 技术标准化问题日趋得到重视，RFID 产品得到广泛采用并逐渐成为人们生活的一部分。
- 2001 年至今，标准化问题日益为人们所重视，RFID 产品种类更加丰富，有源电子标签、无源电子标签及半无源电子标签均得到发展，电子标签成本不断降低，规模应用行业扩大。RFID 技术的理论得到丰富和完善，单芯片电子标签、多电子标签识读、无线可读可写、无源电子标签的远距离识别、适应高速移动物体的 RFID 正在成为现实。

1.3　RFID 技术的分类

RFID 系统可以从多种角度进行分类，主要包括按频率划分、按电子标签供电形式划分、

按电子标签可读写性划分和按数据通信方式划分。

1.3.1 按频率划分

RFID 系统的工作频率是其最重要的特征之一。RFID 系统的工作频率不仅决定着射频识别系统的工作原理（电感耦合还是电磁耦合）、识别距离，还决定着电子标签及读写器实现通信的难易程度和设备的成本。工作在不同频段或频点上的 RFID 系统具有不同的特点。RFID 阅读器发送的频率基本上划分为三个范围分别为低频（30～300 kHz）、中高频(3～30 MHz)、超高频（300 MHz～3 GHz）或微波（大于 3 GHz）。从应用概念看，电子标签的工作频率也就是 RFID 系统的工作频率。

低频段电子标签，简称为低频标签，其工作频率为 30～300 kHz。典型工作频率为 125 kHz或 133 kHz。低频标签一般为无源标签，其工作能量通过电感耦合方式从阅读器耦合线圈的辐射近场中获得。低频标签与阅读器之间传送数据时，标签必须位于阅读器天线辐射的近场区内，它的阅读距离一般情况下小于 1 m。低频标签的典型应用有：动物识别、容器识别、工具识别、电子闭锁防盗（带有内置电子标签的汽车钥匙）等。

中高频段电子标签的工作频率一般为 3～30 MHz。典型工作频率为 13.56 MHz。该频段的电子标签，从射频识别应用角度来看，因其工作原理与低频标签完全相同，即采用电感耦合方式工作，所以宜将其归为低频标签类中。另一方面，根据无线电频率的一般划分，其工作频段又称为高频，所以也常将其称为高频标签。鉴于该频段的电子标签可能是实际应用中最大量的一种电子标签，因而我们只要将高频、低频理解为一个相对的概念，不会造成理解上的混乱。

为了便于叙述，我们将其称为中频射频标签。中频标签一般也采用无源方式，其工作能量同低频标签一样，也是通过电感耦合方式从阅读器耦合线圈的辐射近场中获得。标签与阅读器进行数据交换时，标签必须位于阅读器天线辐射的近场区内，中频标签的阅读距离一般情况下也小于 1 m。中频标签由于可以方便地做成卡片状，因而广泛应用于电子车票、电子身份证、电子闭锁防盗（电子遥控门锁控制器）、小区物业管理、大厦门禁系统等场合。

超高频与微波频段的电子标签，简称为微波电子标签，其典型工作频率为 433.92 MHz、915 MHz、2.45 GHz、5.8 GHz。微波电子标签可分为有源标签与无源标签两类。工作时，电子标签位于阅读器天线辐射场的远场区内，标签与阅读器之间的耦合方式为电磁反向散射耦合方式。相应的射频识别系统阅读距离一般大于 1 m，典型情况为 4～6 m，最大可达 10 m 以上。阅读器天线一般均为定向天线，只有在阅读器天线定向波束范围内的电子标签可被读写。微波标签主要用于铁路车辆自动识别、集装箱识别，同时还可用于公路车辆识别与自动收费系统中。为了解决 RFID 系统工作频率所造成的对特定物品（如高湿物品）识别效果差的问题，RFID 技术研发者们新近又开发出了将低频和高频两个频率集成到一枚芯片上的双频系统。

1.3.2 按电子标签供电方式划分

根据电子标签工作所需能量的供给方式的不同，RFID 系统可分为无源、有源以及半有源系统。无源系统所使用的无源标签又称被动标签，标签自身不需电源供电，而是通过阅读器发送的射频信号供电，它重量轻、体积小、寿命长成本低廉，在工程实现中得到了广泛应

用。有源系统的标签使用标签内的电池来供电，系统识别距离较长，可达几十米，但其寿命有限并且成本较高。另外由于标签内载电池，因此有源标签的体积较大，无法制成薄卡。半有源系统的标签也带有电池，但是此电池只起到激活系统的作用，标签一旦被阅读器激活，无需标签内的电池供电，就可进入无源标签工作模式。

1.3.3 按电子标签的可读写划分

根据电子标签内部使用的存储器类型的不同，电子标签可分为三种：可读（RW）标签、一次写入多次读出（WORM）标签和只读（RO）标签。RW 标签比 WORM 标签和 RO 标签成本高很多。

RO 标签内部只有只读存储器（Read Only Memory，ROM）和随机存储（Random Access Memory，RAM）。ROM 用于存储发射器操作系统程序和安全性要求较高的数据，它与内部的处理器或逻辑处理单元完成内部的操作控制功能，响应延迟时间控制、数据流控制以及电源开关控制等。只读标签中的 RAM 用于存储标签反应和数据传输过程中临时产生的数据。另外，只读标签中除了 ROM 和 RAM 外，一般还有缓冲存储器，用于暂时存储调制后等待天线发送的信息。

RW 标签内部的存储器除了 ROM、RAM 和缓冲存储器之外，还有非活动可编程记忆存储器。这种存储器除了存储数据功能外，还具有在适当的条件下允许多次写入数据的功能。非活动可编程记忆存储器有许多种，电可擦除可编程只读存储器（EEPROM）是比较常用的一种，这种存储器在加电的情况下，可以实现原有数据的擦除以及数据的重新写入。

WORM 标签是用户可以一次性写入的标签，但写入后数据不能再改变。

1.3.4 按数据通信方式划分

按数据在 RFID 阅读器与电子标签之间的通信方式，RFID 系统可以划分为三种：半双工系统、全双工系统、时序系统。

在半双工（HDX）系统中，从电子标签到阅读器的数据传输与阅读器到电子标签的数据传输是交替进行的。当频率在 300 MHz 以下时常常使用负载调制的半双工法，有没有负载波都可以，电路也很简单。与此很相近的方式是来源于雷达技术的调制反射截面的方法，工作频率在 100 MHz 以上。负载调制和调制反射截面直接影响由阅读器产生的磁场或电磁场，因此被称作“谐波”处理法。

在全双工（FDX）系统中，数据在电子标签和阅读器之间的双向传输是同时进行的。其中电子标签发送数据，所用频率为阅读器的几分之一，即采用“分谐波”，或是用一种完全独立的“非谐波”频率。

在时序（SEQ）系统中，从阅读器到电子标签的数据传输和能量供给与从电子标签到阅读器的数据传输在时间上是交叉进行的，即脉冲系统。

半双工与全双工两种方式的共同点是，从阅读器到电子标签的能量供给是连续的，与数据传输的方向无关。与此相反，在使用时序系统的情况下，从阅读器到电子标签的能量供给总是在限定的时间间隔内进行，从电子标签到阅读器的数据传输是在电子标签的能量供给间歇时进行的。三种通信方式的时间过程说明如图 1-1 所示，其中从阅读器到电子标签的数据传输定义为下传，而从电子标签到阅读器的数据传输定义为上传。

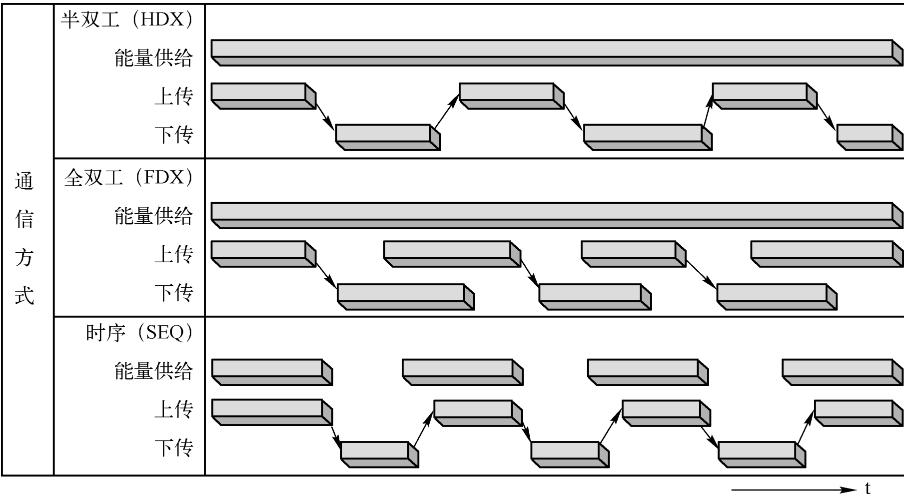


图 1-1　三种通信方式的时间过程说明

1.4　RFID 技术的发展现状

RFID 技术以其独特的优势，逐渐被广泛应用于工业自动化、商业自动化和交通运输控制管理等领域。随着大规模集成电路技术的发展以及生产规模的不断扩大，射频识别产品的成本不断降低，其应用也将越来越广泛。RFID 技术的主要应用领域有以下几个方面：

1. 仓储库存、资产管理领域

因为电子标签具有读写与方向无关、不易损坏、远距离读取、多物品同时读取等特点，可以大大提高对出入库产品信息的记录采集速度和准确性；减少库存盘点时的人为失误，提高库存盘点的速度和准确性。

2. 产品跟踪领域

因为电子标签能够无接触地快速识别，在网络支持下，可以实现对附有 RFID 标签的物品的跟踪，并可清楚了解物品的移动位置。例如已经成功应用的 Symbol 公司为香港国际机场和美国 McCarran 国际机场的行李跟踪系统和中国铁路列车监控系统。

3. 供应链自动管理领域

可以设想，如果商场货架部署了电子标签阅读器，当货物减少时，系统会将缺货信息自动传递给仓库管理系统，并且系统会将缺货信息自动汇总并传递给生产厂家。电子标签自动读写和在网络中的信息传递功能将大大提高供应链的管理水平，通过这个过程降低库存，提高生产的有效性和效率，从而大大提高企业的核心竞争力。

电子标签在零售商店中的应用包括电子标签货架、出入库管理、自动结算等各个方面。

沃尔玛公司是全球 RFID 电子标签最大的倡导者，现在沃尔玛公司的两个大供货商 HP 和 P&G 已经在他们的产品大包装上开始使用电子标签（海尔公司出口沃尔玛的电器产品也贴有电子标签）。

4. 防伪领域

RFID 电子标签的应用并不是为防伪单独设计的，但是电子标签中的唯一编码、电子标签仿造的难度以及电子标签的自动探测等特点，都使电子标签具备了产品防伪和防盗的作

用。在产品上使用电子标签，还可以起到品牌保护的功能，防止生产和流通中盗窃的发生。可广泛应用于药品、品牌商品防伪、门禁、门票等身份识别领域。

5. 医疗卫生领域

RFID 技术在医疗卫生领域的应用包括对药品监控预防，对患者的持续护理、不间断监测、医疗记录的安全共享、医学设备的追踪、进行正确有效的医学配药，以及不断改善数据显示和通信效果，此外，该技术还包括对患者的识别与定位功能，用来防止医生做手术选错病人和防止护士抱错了婴儿等事故的发生。

1.4.1 RFID 技术在国外的应用现状

从全球范围来看，美国已经在 RFID 标准的建立、相关软硬件技术的开发、应用等领域走在了世界的前列。欧洲的 RFID 标准追随美国主导的 EPC global 标准。在封闭系统应用方面，欧洲与美国基本处在同一阶段。日本虽然已经有 UID 标准，但主要得到的是日本国内厂商的支持，如要成为国际标准还有很长的路要走。韩国对 RFID 技术也很重视，但至今还没有真正建成韩国的 RFID 标准。

TI、Intel 等美国集成电路厂商目前都在 RFID 领域投入巨资进行芯片开发。Symbol 等已经研发出同时可以阅读条形码和 RFID 的扫描器。IBM、Microsoft 和 HP 等也在积极开发相应的软件及系统来支持 RFID 的应用。目前美国的交通、车辆管理、身份识别、生产线自动化控制、仓储管理及物资跟踪等领域已经开始逐步应用 RFID 技术。在物流方面，美国已有 100 多家企业支持 RFID 应用，其中包括：零售商沃尔玛，制造商吉列、强生、宝洁，物流业 UPS、联合包裹服务公司以及国防部门的物流应用。

2003 年 11 月 5 日，沃尔玛百货正式宣布，到 2005 年底，所有供应沃尔玛百货的商品包装箱上，都要有应用 RFID 技术的电子商品条形码。沃尔玛百货预期能因新技术的使用进一步降低成本，尤其是与库存流程相关的物流失误和人力成本。同时，世界上已有多家航空公司开始了 RFID 技术试验推广计划，例如美国内华达州拉斯维加斯的 McCarran 国际机场，已经启用 RFID 行李跟踪系统对拉斯维加斯市区内酒店的行李进行登记和跟踪管理。旧金山国际机场也与著名的 RFID 技术厂商 ALIEN 公司展开深入合作，成功实施完成了旧金山国际机场的行李分拣系统的 RFID 技术改造，大大提高了乘客行李分拣的效率和准确率。德国的法兰克福国际机场成功运用 RFID 技术进行机场的资产管理，提高了生产效率和准确率。同样，日本、新加坡、韩国、英国、法国等国家的机场也已在 RFID 技术应用上先后进行了尝试。

另外值得注意的是，美国政府也是 RFID 应用的积极推动者。按照美国防部的合同规定，2004 年 10 月 1 日或者 2005 年 1 月 1 日以后，所有军需物资都要使用 RFID 标签。美国食品及药物管理局（FDA）建议制药商从 2006 年起利用 RFID 跟踪最常被造假的药品。美国社会福利局（SSA）于 2005 年初正式使用 RFID 技术追踪 SSA 各种表格和手册。

在欧洲，Philips 公司、STMicroelectronics 公司正在积极开发廉价 RFID 芯片；Checkpoint 公司正在开发支持多系统的 RFID 识别系统；诺基亚公司在开发能够基于 RFID 的移动电话购物系统；SAP 公司则在积极开发支持 RFID 的企业应用管理软件。在应用方面，欧洲在诸如交通、身份识别、生产线自动化控制、物资跟踪等封闭系统与美国基本处在同一阶段。目前，欧洲许多大型企业都纷纷进行 RFID 的应用实验。例如，英国的零售企业 Tesco 最早于

2003 年 9 月结束了第一阶段试验。试验由该公司的物流中心和英国的两家商店进行，试验是对物流中心和两家商店之间的包装盒及货盘的流通路径进行追踪，使用 915 MHz 频带。德国 DHL 试用 RFID 技术来追踪管理每年大约一亿零六十万个包裹的运送。

日本是一个制造业强国，它在电子标签研究领域起步较早，政府也将 RFID 作为一项关键的技术来发展。MPHPT（日本总务省）在 2004 年 3 月发布了针对 RFID 的“关于在传感网络时代运用先进的 RFID 技术的最终研究草案报告”，报告称 MPHPT 将继续支持测试在 UHF 频段的被动及主动的电子标签技术，并在此基础上进一步讨论管制的问题。2004 年 7 月，日本经济产业省（METI）选择了七大产业做 RFID 的应用试验，包括消费电子、书籍、服装、音乐 CD、建筑机械、制药和物流。从近来日本 RFID 领域的动态来看，与行业应用相结合的基于 RFID 技术的产品和解决方案开始集中出现，这为 RFID 在日本的应用和推广，特别是在物流等非制造领域的应用，奠定了坚实的基础。

韩国主要通过国家的发展计划，再联合企业的力量来推动 RFID 的发展，即主要是由产业资源部和情报通信部来推动 RFID 的发展计划。特别值得注意的是 2004 年 3 月韩国提出 IT839 计划以来，RFID 的重要性得到了进一步加强。虽然目前韩国的 RFID 开发和应用还不多，但值得引起关注的是在韩国政府的高度重视下，RFID 技术的开发和应用试验正在加速展开。同日本类似，韩国也出现了将 RFID 引入开放系统的趋势。2005 年 3 月，韩国政府耗资 7.84 亿美元在仁川新建技术中心，主要从事电子标签技术的研发以及生产，以帮助韩国企业快速确立在全球 RFID 市场的地位。该中心的建设在 2007 年前完成，RFID 标签和传感器在 2008 年批量出货。

1.4.2　我国 RFID 技术的发展现状

目前，RFID 技术已经在我国很多领域得到应用并取得了显著的成果。例如，安全管理领域中的门禁管理系统、会展人员登记查询系统等；在畜牧管理领域中，为了确保民众吃上“放心肉”，国家启动了金卡工程“四川 RFID 生猪项目”；上海运用 RFID 技术对市内宠物狗进行健康监测管理，将米粒大小的电子芯片植入宠物皮下，电子标签里载有全球唯一的编码，健康检查、防疫情况等信息都会记录其中。植入了这个标签，不仅可以标记该宠物是否已经过检疫、办理准养手续，还可以用来监测宠物是否定期进行了健康检查。

在商品流通领域中，国家烟草管理局启动并实施了《EPC、RFID 在烟草行业的应用方案》，使国家管理部门有效实现对卷烟进行物流信息跟踪，全面、及时、准确地掌握生产环节卷烟的牌号、规格、产量、价格、库存、成本、利润和流向等信息，以及商业经营环节各种卷烟的牌号、规格、销量、库存、调批价、零售价和合同执行情况等，为国家的决策制定部门提供了参考依据。中国的铁路调度和统计系统是目前国内最大的 RFID 应用系统。据了解，目前国内有 55 万辆车厢、机车都安装了 RFID 标签，网络遍布全国。机车底部的标签上写有该列车的车种、车型、车号及所载货物等信息，铁路沿线有阅读器，列车在行驶过程中，车辆信息就能够被读取到，读取到的数据被传到国家铁道部的中央服务器。铁路局通过 RFID 应用系统，提高了统计调度水平，减少了人工，但它不对外开放，标准是封闭的。

在商品防伪领域，清华同方应用 RFID 技术，推出了“RFID 特殊物品防伪追踪系统”应用方案，而且已经成功应用于军队物资管理。

在交通运输领域，北京公交系统所实施的市政、公交“一卡通”项目有效地缓解了公

交司乘人员售票环节人工效率低下的问题，受到了广大市民的好评。另外，在高速公路应用了不停车收费系统后，大大提高了高速公路收费站的通过率，有效地缓解了高速公路堵塞现象的发生。

在仓储物流领域，显著的例子是中国邮政采用 RFID 技术追踪大型包裹的试点研究，为 RFID 技术在物流领域内进一步推广奠定了良好的基础。海尔集团已经建立了两个全自动化物流中心，它的国际物流中心货区占地面积 7200 m^2，吞吐量却相当于占地 30 万 m^2 的普通平面仓库，但整个物流中心只有 10 位叉车司机。通过部署 RFID 技术，海尔集团不仅减少了 20 万 m^2 仓库，还使滞留物资降低了 90%，库存资金减少了 63%，极大地降低了运营成本。

在医疗卫生领域，医药界相关部门已经开始研究将 RFID 标签应用到药品的检测过程，进一步加强药品的检查力度。

在国防安全领域，广泛使用的第二代中国居民身份证通过使用 RFID 技术大大加强了公安部门对全国人口的监测力度。

总之，从 2005 年之后，中国 RFID 技术应用与发展进入了真正的实践应用阶段，在各行各业中各种应用和试点不断出现。

从 1994 年首次在国内得到应用至今二十余年来，RFID 技术凭借其无接触读取、群体识别、信息实时动态更新、高度真实可靠等优点在各行各业得到一定程度的推广，应用覆盖交通运输业、生产制造业、零售业、政府后勤、海关监管、司法监督和动物监管等各个方面，但整体范围偏小。

1.5 RFID 技术的市场前景

物联网已被确定为我国的战略性新兴产业之一，《物联网“十二五”发展规划》的出台，无疑给正在发展的中国物联网又吹来一股强劲的东风，而 RFID 技术作为物联网发展的最关键技术，其应用市场必将随着物联网的发展而扩大。

RFID 巨大的市场空间即将打开，而一个企业成功的关键就在于，是否能够在需求尚未形成之时就牢牢地锁定并捕捉到它。伴随行业的发展，业内的竞争不断加剧，国内优秀的 RFID 企业愈来愈重视对行业市场的研究，特别是对行业发展环境和产品购买者的深入研究。

从 1991 年至今，全球已经有超过 15 000 万辆汽车在使用 RFID 标签。而根据分析师的预测，未来 RFID 将主要应用在供应链管理等物流领域。但如果在应用上能够采取有效措施，实现 RFID 标签的量产化，RFID 标签的价格将会迅速下降，应用普及也将指日可待。

RFID 具有巨大的市场潜力和广阔的市场发展空间。

RFID 技术所独有的优势，最终将在全球形成一个巨大的产业，RFID 技术市场将在未来五年内达到数百亿美元的市场空间。美国 RFID 市场的发展预期如图 1-2 所示。

随着技术的不断进步，射频识别产品的种类将越来越丰富，应用也越来越广泛。可以预计，在未来的几年中，RFID 技术将继续保持高速发展的势头。电子标签、读写器、系统集成软件、公共服务体系和标准化等方面都将取得新的进展。随着关键技术的不断进步，RFID 产品的种类将越来越丰富，应用和衍生的增值服务也将越来越广泛。

RFID 芯片设计与制造技术的发展趋势是芯片功耗更低，作用距离更远，读写速度与可

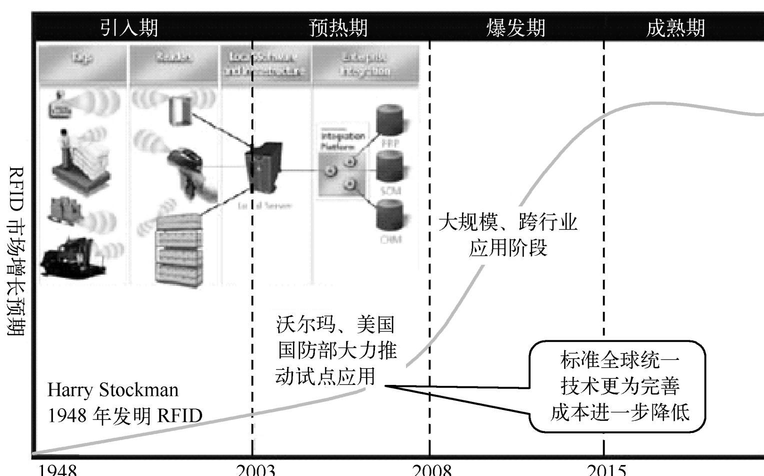


图 1-2　美国 RFID 市场发展预期

靠性更高，成本不断降低。芯片技术将与应用系统整体解决方案紧密结合。

RFID 标签封装技术将和印刷、造纸、包装等技术结合，导电油墨印制的低成本标签天线、低成本封装技术将促进 RFID 标签的大规模生产，并成为未来一段时间内决定产业发展速度的关键因素之一。

RFID 读写器设计与制造的发展趋势是阅读器将向多功能、多接口、多制式，并向模块化、小型化、便携式、嵌入式方向发展。同时，多读写器协调与组网技术将成为未来发展方向之一。

RFID 技术与条形码、生物识别等自动识别技术，以及与互联网、通信、传感网络等信息技术融合，构筑一个无所不在的网络环境。海量 RFID 信息处理、传输和安全对 RFID 的系统集成和应用技术提出了新的挑战。RFID 系统集成软件将向嵌入式、智能化、可重组方向发展，通过构建 RFID 公共服务体系，将使 RFID 信息资源的组织、管理和利用更为深入和广泛。

当前 RFID 应用和发展面临的几个关键问题分别是标准、成本、技术和安全。

（1）标准

目前行业标准以及相关产品标准还不统一，迄今为止全球也还没有正式形成一个统一的（包括各个频段）国际标准。标准（特别是关于数据格式定义的标准）的不统一是制约 RFID 发展的重要因素，而数据格式的标准问题又涉及到各个国家自身的利益和安全。标准的不统一也使当前各个厂家推出的 RFID 产品互不兼容，这势必会阻碍未来 RFID 产品的互通和发展。因此，如何使这些标准相互兼容，让一个 RFID 产品能顺利地在民用范围中流通是当前重要而紧迫的问题。目前，很多国家都正在抓紧时间制定各自的标准。

（2）成本

目前美国一个电子标签最低的价格是 20 美分左右，这样的价格是无法应用于某些价值较低的单件商品的，只有电子标签的单价下降到 10 美分以下，才可能大规模应用于整箱整包的商品。随着技术的不断提升和在各大行业的日益推广，RFID 的各个组成部分，包括电子标签、阅读器和天线等，制造成本都有望大幅度降低。

（3）技术

虽然 RFID 电子标签的单项技术已经趋于成熟，但总体上产品技术还不够成熟，还存在较高的差错率（RFID 被误读的比率有时高达 20%），在集成应用中也还需要攻克大量的技术难题。

（4）安全

当前广泛使用的无源 RFID 系统还没有非常可靠的安全机制，无法对数据进行很好的保护，RFID 数据还容易受到攻击，主要是因为 RFID 芯片本身，以及芯片在读或者写数据的过程中都很容易被黑客所利用。此外，还有识别率的问题，由于液体和金属制品等对无线电信号的干扰很大，RFID 标签的准确识别率目前还只有 80% 左右，离大规模实际应用所要求的成熟程度还有一定差距。

第 2 章　RFID 技术的工作原理及系统组成

2.1　基本原理

完整的 RFID 系统主要由三部分组成：读写器、电子标签（TAG）和应用软件系统。

RFID 系统的工作原理如下：阅读器将要发送的信息，经编码后加载在某一频率的载波信号上，经天线向外发送，进入阅读器工作区域的电子标签接收此脉冲信号，卡内芯片中的有关电路对此信号进行调制、解码、解密，然后对命令请求、密码、权限等进行判断。若为读命令，控制逻辑电路则从存储器中读取有关信息，经加密、编码、调制后通过卡内天线再发送给阅读器，阅读器对接收到的信号进行解调、解码、解密后送至中央信息系统进行有关数据处理。若为修改信息的写命令，相关控制逻辑引起的内部电荷泵提升工作电压，对 EEPROM 中的内容进行改写，若经判断其对应的密码和权限不符，则产生出错信息。RFID 基本原理框图如图 2-1 所示。

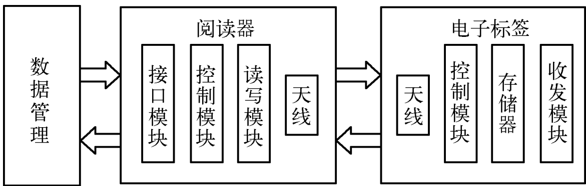


图 2-1　RFID 基本原理框图

图 2-1 中阅读器与电子标签之间的通信是无线方式，两者之间的距离与通信的频率相关。应用软件系统与阅读器之间既可以采用有线方式，如 RS-485、RS-232、以太网等。也可以采用无线方式，如 WiFi、GPRS、蓝牙等。通过这样一个系统，阅读器可以快速地读取电子标签的信息，从而达到对这些电子标签所代表的物体进行监控和管理的目的。典型的阅读器工作原理图如图 2-2 所示。

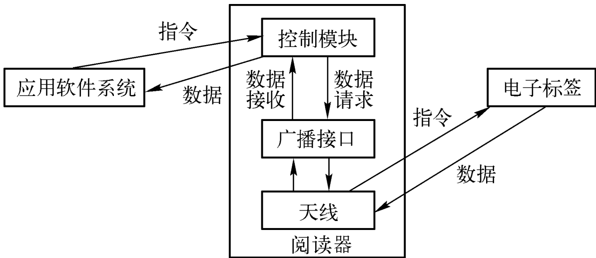


图 2-2　阅读器工作原理图

随着 RFID 技术在我国的推广应用，到目前为止，我国的 RFID 产业链已经初具规模。整个产业链包括芯片的设计制造、标签与模块封装、阅读器设计、软件、中间件和系统集

成。其中芯片的设计与制造处于产业链的高端，而系统集成则占据了整个产业链规模最大的份额。

2.2 RFID 电子标签

2.2.1 电子标签的定义

电子标签（Electronic Tag）也称作智能标签（Smart Label），是指由 IC 芯片和无线通信天线组成的超微型的小标签，其内置的射频天线用于和阅读器进行通信。系统工作时，阅读器发出查询（能量）信号，电子标签（无源）收到查询（能量）信号后将其一部分整流为直流电源，供电子标签内的电路工作，另一部分被电子标签内保存的数据信息调制后反射回阅读器。电子标签是射频识别系统真正的数据载体，根据其应用的场合不同，名称也不相同。如在动物跟踪和追踪领域中称为动物标签或动物追踪标签、电子狗牌；在不停车收费或车辆出入管理等车辆自动识别领域中称为车辆远距离 IC 卡、车辆远距离射频卡或电子牌照；在访问控制领域中称为门禁卡或一卡通。

2.2.2 电子标签的内部结构

电子标签的内部结构如图 2-3 所示。

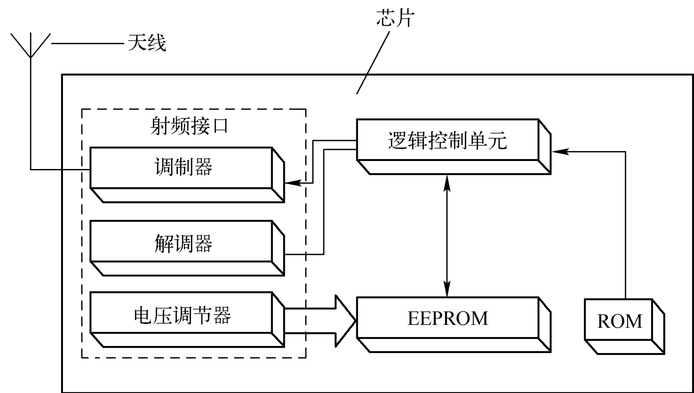


图 2-3　电子标签内部结构

其内部各模块功能如下所述：

1）天线。天线用来接收由阅读器送来的信号，并把所要求的数据送回给阅读器；标签的体积大小通常是由天线所决定，因为 RFID 芯片只有米粒般大小，但为了有效地接收和传送射频信号给阅读器，天线必须有足够的体积。

2）电压调节器。电压调节器把由标签阅读器送过来的射频信号转换成 DC 电源，并经大电容储存能量，再经稳压电路，以提供稳定的电源。

3）调制器。逻辑控制电路所送出的数据经调制电路调制后加载到天线送给阅读器。

4）解调器。解调器把载波去除以取出真正的调制信号。

5）逻辑控制单元。逻辑控制单元将接收器传来的模拟信号进行译码和错误检查，高性

能的标签另附有解密功能。

6）存储单元。存储单元包括 EEPROM 与 ROM，用来储存数据。存储单元内部的电子数据有一定的格式，通常会分为数个区段，有的用来储存物品的识别数据，有的储存检查码等。

2.2.3 电子标签的分类

按照不同的标准，标签有不同的分类。

（1）按照供电形式分类

按照标签的供电形式，分为有源标签和无源标签。有源标签自带电池，使用标签内的电池能量才能工作；无源标签不含电池，利用耦合阅读器发射的电磁场能量作为自己的能量进行工作。

表 2-1 为有源标签和无源标签特点比较表。

表 2-1　有源标签和无源标签特点比较表

性能指标	有源标签	无源标签
电池	自带	无
识别距离	远	近
使用寿命	短	长
体积	大	小
重量	重	轻
价格	高	低

（2）按照数据调制方式分类

按照标签的数据调制方式分为主动式、被动式和半主动式。一般来讲，有源标签为主动式，无源标签为被动式，电池支援式反向散射调制标签为半主动式。

1）被动式标签（Passive Tag）。被动式标签内部没有电池，只有当标签吸收来自阅读器的无线电波后才会转换成自身电力，唤醒自己并且送回识别信息给阅读器。由于内部构造较主动式标签简单，所以体积较小，价格也较便宜，可大量布署在低成本的物品上，主要用于动物芯片、物流管理、门禁系统、汽车防盗等。

2）半被动式标签（Semi－passive Tag）。半被动式标签通常会与传感器结合，而且与主动式标签一样都带有电池。不同的是，电池提供的电力仅供传感器在平时监测周围环境时使用（如温度、湿度等），不足以提供通信的电力来源，因此跟被动式标签一样都必须仰赖阅读器提供的电磁波才能回送信号。由于电池也提供了通信所需的部份微弱电力，读取距离较被动式标签长、抗干扰能力更强，主要用于监测周围环境温度或是震荡等应用场合，更可以整合其他传感器，投入行车安全防护、居家看护等各种应用市场。

3）主动式标签（Active Tag）。主动式标签内部附有电池，并提供运作所需的电力来源。由于本身持有电源，所以此类标签传输距离较长、读取速度较快，但是相对的体积较大、寿命受限于电池，成本也较高，主要用于军事、医疗、工业、货柜和国防上。

（3）按照工作频率分类

按照标签的工作频率分为低频、高频、超高频和微波系统。

1）低频（Low Frequency）。此类标签使用的频段在 100～500 kHz 之间，其中以 125 kHz

和 135 kHz 最为常见。其传输距离约 10 cm，通信低频的优点是不易受干扰，当标签靠近金属或是液体的物品时，还能够有效发射信号；缺点是读取距离较短，通信速度、读取及写入较慢，无法同时辨识多个标签。主要用于动物芯片、物流管理、门禁系统、汽车防盗等。

2）高频（High Frequency）。其使用频段在 10 ~ 15 MHz 之间，其中以 13. 56 MHz 最为常见。优点是感应距离较长、读取速度较快，而且可以同时读取多个标签。主要应用于图书馆管理、产品管理、智能卡等。

3）超高频（Ultra High Frequency）。其使用频段在 433 ~ 950 MHz 及 2. 45 GHz 之间，其中以 433 MHz 和 868 ~ 950 MHz 最为常见。优点是读取距离较远、传输速率较快、可同时读取大量标签、天线可用蚀刻或印刷方式制成。缺点是对金属和液体物品的辨识率不佳。主要应用于航空旅客与行李管理系统、货架及栈板管理、出货管理、物流管理和铁路车厢监控等。

4）微波（Microwave）。其使用频段在 1 GHz 以上，其中以 2. 45 GHz、5. 8 GHz 最为常见。特性与超高频类似，对于环境的敏感性较高，主要用于行李追踪、物品管理、供应链管理等。

整体而言，使用频段越高的标签，其数据传输率、通信距离、传输功率也越高，但由于较高频率的标签（超高频和微波）采用的通信原理是微波共振，而高频率电波波长较小，不容易穿过水分子，因此受湿气的影响很大，容易造成读取失误率过高。表 2-2 为标签使用频率比较表。

表 2-2　标签使用频率比较表

	低频（LF）	高频（HF）	超高频（UHF）	微波（MW）
频率	100 ~ 500 kHz	10 ~ 15 MHz	433 ~ 950 MHz	1 GHz 以上
常见频段	125 kHz 135 kHz	13. 56 MHz	433 MHz 868 ~ 950 MHz	2. 45 GHz 5. 8 GHz
系统型态	被动式	被动/主动式	被动/主动式	被动/主动式
全球接收频率	是	是	部分	部分
通信距离	50 cm 以内	1. 5 m 以内	3 ~ 10 m	3 ~ 10 m
传输功率	72 dBμA/m	42 dBμA/m	10 mW ~ 4 W	4 W
成熟度	成熟	成熟	新技术	开发中
读取方式	电磁感应	电磁感应	微波共振	微波共振
价格	低	中	高	高
环境影响	受环境影响小	金属	潮湿	潮湿
数据传输率	低	高	较高	最高
内存/B	64 ~ 1 k	256 ~ 512	64 ~ 512	16 ~ 64
ISO 对应标准	ISO18000 - 2	ISO18000 - 3	ISO18000 - 6	ISO18000 - 4
应用场合	门禁系统 动物识别 存货控制 芯片防盗锁	智能卡 图书馆管理 商品管理	铁路车厢监控 仓储管理	道路收费系统

目前低频和高频的 RFID 开发技术已趋于成熟，而且在大多数的国家里，该段频带是属于开放式的，通信距离共通，不涉及电波法规的限制和执照申请的问题，所以目前已经有不少的应用。至于超高频的 RFID，则因为通信距离可达 10 m，传输速度也较快，正好符合整体供应链物流管理需求，所以备受关注，成为目前最主流的发展频段，而在 ISO 标准当中，也根据不同的频段制定相关标准，相关内容将在第 3 章详述。

在实际使用中，并没有一种所谓最好的标签可以应用在所有场合中。只有根据不同的应用需求，选择最适当的标签。

（4）按照阅读器存取方式分类

按照被阅读器存取的方式分为只读，一写多读，可擦写标签。

1）只读（Read－only）。只读式标签的内存信息在出厂时已被写入，使用者无法修改或是写入任何信息，只能读取标签内的数据。用户通常可以向厂商订购特定标识符的标签，但由于无法改变其内容，所以主要被应用于门禁管理、车辆管理、物流管理、动物管理等应用场合。

2）一写多读（Write Once，Read Many）。用户只能写入或修改标签内容一次，之后就等同只读式标签只能被多次读取。由于可以写入一次，所以此类标签通常应用在只需写入一次数据的生产流程中，提供随时写入标识符的功能，并建立永久信息。此类标签成本较只读式标签高，主要用于资产管理、药品管理、危险品管理、军品管理等。

3）可擦写（Read/Write ）。用户可以在标签的生命周期内，随时通过阅读器重复写入或修改标签内部的信息。其中内部信息分为两个区域：一个是使用定义的保密只读区，里面包含标签的标识符，只供使用者写入一次；而另一个是可重复读写区，提供使用者可以自行编程。

此类标签通常带给企业重要的应用功能，企业可以在生产流程中的不同时间点，将相关信息记录到标签内部（例如产品由何人制造，上次标签被读取的时间位置等），当流程结束之后，标签所存的信息可以提供最终用户去检验该产品的生产流程是否符合标准。此类标签主要应用于航空货运、行李管理、信用卡服务、捷运票证等。

2.2.4 标签的类型

RFID 的应用范围涵盖了日常生活中的衣、食、住、行、育、乐，在这些应用领域里，RFID 标签的外观并非只是一片小小的四方形纸片，而是根据不同的环境和应用场合以不同的大小和形状呈现，如图 2-4 所示。常见的 RFID 标签类型如下：

1）卡片型。卡片型标签的大小与信用卡差不多，容易置于口袋皮夹之中，通常应用于电子票证、会员证、储值卡、门禁考勤以及车道系统。如台北捷运系统所使用的悠游卡就属于卡片型标签的一种，使用时只需轻触感应区即可迅速完成交易，免除准备零钱或票证的困扰，未来还能扩大服务范围，用于更广泛的交通运输系统，或是结合电子货币包实现付费的功能。

2）塑料钮。标签外表以塑料壳密封，可用于定位功能或是洗衣业等。例如，将标签固定在巡逻点，巡逻人员只需要以手持式读取机扫瞄即可，省去了以往签到的不便；因为此类标签具有耐撞、防水功能，可供洗衣业者处理衣物和管理纺织用品。



图 2-4　各种各样的 RFID 标签

3）表带型。此类标签被设计用来戴在人的手腕上，具有防水、储值或是保全功能等。经常应用于游乐园、游泳池、健身中心等，用以管理人员的进出、储值付费或是纪录个人资料等。例如，在我国台北市举办的登高大赛也采用此类标签，取代以往的人工记录和马表计时，大幅提升对人员的掌握度及比赛安全性；而在健身中心，会员戴上特制 RFID 表带，除了可以轻易地控管会员的进出之外，会员也能在每部使用的器材上，透过标签显示出自己的基本数据、健身计划和一些统计数据，以向会员提供更多的信息服务。

4）钥匙环。此类标签与钥匙环结合，通常用于门禁考勤、识别人员身份并配合电磁锁以便管理人员进出。例如，利用免钥匙入车系统只需按下按钮就可以开启车门发动车子。

5）试管型。标签附于试管上，可防水、耐酸碱、抗氧化和日光，常用于实验室、药品管理和医疗看护等应用。例如，医疗系统可在输血中心的抽血作业、实验室配方管理等环节，透过 RFID 标签自动识别物品信息，帮助医疗人员降低医疗事故的发生率，给病人提供更安全的服务。

6）电子标签。此类标签材质可以采用纸张印刷，常被应用于物流管理、图书馆管理、供应链管理和防伪应用等。例如，在一般的图书馆里，可将标签附于图书上，不但可以减少读者借还书等待的时间，还可发现图书在柜架上的码放错误，加快盘点的时间等。

7）货柜型电子锁（e－Seal）。此类标签用于货柜管理，为一特殊设计的电子封条，采用两段式设计，上下扣住在货柜的门把上，当货柜不正当开启或破坏时，会发出警示信息，防止货柜遭破坏等事件的发生。

8）智能型标签（Smart Label）。此类标签同时具备条形码（Barcode）和 RFID 功能。材质可为纸张、塑料或是布料，在其上可以印制条形码和文字，因此除了 RFID 阅读器和条形码扫描机可识别标签信息外，还增加了对人的可读性，提高了可靠性。而未来甚至会在 RFID 芯片上加上传感器，提供监看环境温度及物品真空状态的功能，以维持物品新鲜度或药品质量。

2.2.5 考虑因素

在导入 RFID 系统时，标签的选择是非常重要的，如选到不符合应用需求的标签，可能会造成读取失误率过高、成本增加或是后期不断需要更换标签，从而增加了许多人力。以下列出几项选择标签时的重要考虑因素：

1）标签大小和形状。标签依照不同的应用场合会以不同的形状大小呈现，所以必须先考虑有没有足够的空间可以使用。

2）耐久度。标签所处的环境可能会相当恶劣，需要抵抗超常的温度、湿度或是酸碱、涂料、油的能力，因此要考虑在封装过程中做特别处理。例如，标签所嵌入的产品在运送过程中可能会处于零摄氏度以下的温度，或是处于潮湿的环境。

3）重复使用。有些标签成本较低，可以随物品被销售而丢弃，但有些标签成本较高，所以必须重复使用。例如，主动式标签较昂贵，需要回收以便重复使用。

4）可读性。标签内部所含的信息必须透过阅读器才能被阅读，人类无法直接识别其内容，而且就算被阅读器读取，也可能无法有 100% 的正确率，因此有时必须在标签表面上标示文字信息，或印上条形码以增加标签的可靠性和对人的可读性。

5）天线方向性。天线的种类繁多，依照不同的使用场合需要不一样的天线。由于 RFID 的射频信号就是电磁波，而电磁波由电场和磁场构成，当阅读器发送信号时是通过天线将能量向四周辐射出去的，而最大辐射方向上电磁场向量端点运动的轨迹（称为天线极化，也就电场的方向）会与电磁波的行进方向刚好垂直。如果当电磁波行进时，极化方向是固定的则称为线性极化，若极化方向是平面的旋转，则称为圆极化。其中线性极化分为垂直极化和水平极化，圆极化也分为左旋圆极化和右旋圆极化。垂直极化天线发送的电磁波必须采用垂直极化天线去接收，水平极化天线发送的电磁波也要用水平极化天线接收，因为当发送方电波的极化方向和接收端不同时会发生极化损失，接收到的信号会变小，如果刚好是完全正交的话，这时候信号就会完全衰减，也就是收不到信号了，因此要确认双方天线是同种类的并且互相平行。至于圆极化天线，同样有左旋对左旋，右旋对右旋的要求，但是双方天线并不需要互相平行就能顺利接收到信号，这种天线适用于标签通过读取区时天线方向不固定的场合。由上可知，标签和阅读器之间的通信有方向性，而天线的角度会影响标签被读取时的正确率，因此必须注意标签与阅读器之间是否形成正交而造成无法读取。

6）频率。如上述所说，不同的频率有不同的特性，在选择频率时必须注意特性是否符合需求。

7）通信距离。不同频率的标签其通信距离有所不同，在决定标签之前要先实际测试此类标签是否符合应用系统的需求，因为有时读取距离也会受到环境的干扰。

8）周围物质干扰。RFID 的射频信号很容易被周围的电波、磁场和物质干扰，不同频带的标签抵抗不同种类的干扰程度也不一样，但必须重视标签应用环境的特定干扰因素，以免造成阅读器与标签之间通信困难。对于低频和高频的标签而言（如 13.56 MHz），因为采用电磁感应为通信原理，所以当标签背面是金属物质时，磁场则会因为无法通过天线四周而造成通信失效，此时就必须与金属保持适当距离，并在标签背面贴上高导磁的铁氧体，以帮助信号通过磁场；对于超高频和微波频段（如 2.45 GHz），因为频率高波长短，射频电波无法通过空气中的小水珠，必须避免处于湿度高的场所。根据使用环境的不同，目前已经有特别

适用于固定在玻璃上、塑料上和金属上的标签，以提高读取正确率。

9）通信标准和协议。目前各家制造 RFID 标签的厂商所支持的标准都不太一样，因此在选购标签时，要考虑工作流程中所采用的阅读器能不能与之兼容。而目前主要有三大标准：我国的国际标准 ISO/IEC 18000、美国的 EPC global 和日本的 Ubiquitous ID，虽然彼此技术差别不大，却不兼容，不过随着 EPC global Class 1 Generation 2（Gen 2）的制定，标准化的问题已经渐渐解决了，详细数据请参见第 5 章。

10）储存需求。通常标签上的内存空间越多其成本就越高，在决定要采用几位的标签时，必须视预期储存的数据量而定。目前符合 Gen 2 标准的标签有 64 位和 96 位两种选择。

11）标签的效能。标签的效能评估方式有很多种，在选择标签时必须适当地分配权重。一般常见的评估依据有通信距离、标签数据的传输速度、每秒可读取标签的数量、标签读取的正确率以及标签可被正确读取的移动速度。

12）安全需求。评估标签是否内存敏感信息，若有则必须采用加密的方式将真实信息隐藏，以避免敏感信息被非经授权的阅读器读取。

13）存取需求。在选择何种存取方式的标签前，必须评估应用环境和未来系统的规模发展，以避免之后增加的许多困扰。

14）功能性。标签可以提供追踪、定位、防伪、感应的功能，功能越多成本也越高，因此在选择标签时也必须考虑到其功能性需求。

2.3 RFID 阅读器

2.3.1 阅读器的定义

阅读器（Reader）又称读头、阅读器等，它在 RFID 系统中扮演着重要的角色，阅读器主要负责与电子标签的双向通信，同时接收来自于主机系统的控制指令。阅读器的频率决定了 RFID 系统工作的频段，其功率决定了射频识别的有效距离。阅读器根据结构和使用的技术不同，可以是读或读/写装置，它是 RFID 系统信息控制和处理中心。

2.3.2 阅读器的内部结构

阅读器通常由射频接口、逻辑控制单元和天线三部分组成，其内部结构如图 2-5 所示。

射频接口模块的主要任务有：

1）产生高频发射能量，激活电子标签并为其提供能量。

2）对发射信号进行调制，用于将数据传输给电子标签。

3）接收并调制来自电子标签的射频信号。

在射频接口中有两个分隔开的信号通道，分别用于电子标签与阅读器两个方向的数据传输。传送往电子标签的数据通过发射器分支信道，而来自于电子标签的数据则通过接收器分支信道接收。

逻辑控制单元也称为读写模块，其具有以下主要任务：

1）与应用系统软件进行通信，并执行从应用系统软件发送来的指令。

2）控制与电子标签的通信过程。

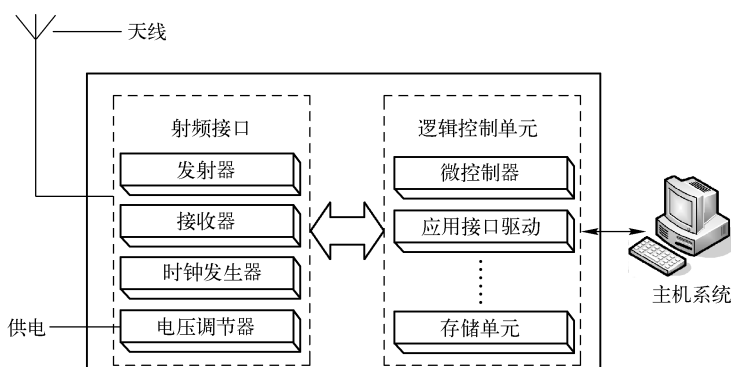


图 2-5　阅读器内部结构

3）信号的编码与解码。

4）对阅读器和标签之间传输的数据进行加密和解密。

5）执行防冲突算法。

6）对阅读器和标签之间的身份进行验证。

2.3.3　阅读器的分类

阅读器跟标签一样有不同的类型，下面将依据阅读器的通信接口和移动能力分类。

（1）根据阅读器所提供的通信接口可以分为以下两种：

1）串行端口型阅读器（Serial Reader）。阅读器用序列式通信链接与后端的应用程序沟通。例如：计算机上的 RS-232 或 RS-485 串行端口。

2）网络型阅读器（Network Reader）。阅读器通过有线或无线网络与后端应用系统连接，阅读器等同于是网络上的装置之一。例如：通过以太网的 RJ-45 接头或是无线网络卡。

（2）根据阅读器的移动能力可以分为以下三种：

1）固定型阅读器（Stationary Reader）。如名称所示，此类阅读器为固定式，通常挂载在不会移动的物品上，例如：墙上、输送带、拱门或是其他适当的结构上，以提供自动辨识的功能，如图 2-6 所示。固定型的阅读器硬件效能佳、数据处理速度快、通信距离较长、覆盖范围较大。必须注意的是，由于天线角度是固定的，故必须事先调整好阅读器的天线，让可读区域覆盖所有标签会经过的信道，以确保标签通过这些阅读器时能被正确地读取。相对于标签，阅读器较难以忍受恶劣的环境，因此在安装时要注意是否需要特别防护，尤其是其外露的天线。常见的应用领域为物流中心、仓储中心、卖场、图书馆，提供处理供应链管理、物流管理、仓储管理、零售管理等作业。



图 2-6　固定式 RFID 阅读器

2）挂载式阅读器（Mounted Reader）。此类阅读器通常设置在可移动式的装置上，例如：堆高机、公交车、推车，而可读取的范围也随移动作业的环境不同而异。通常阅读器采用无线通信的方式与后端系统连接，进行数据同步，以对人、车、物进行动态管理。常见的应用领域为运输业、仓储中心、卖场等，提供车队管理、货品动态追踪管理等作业。

3）手持型阅读器（Handheld Reader）。此类阅读器为一种较小型的移动装置，提供基本的数据读取和写入功能，并且在读取数据之后，会透过蓝牙协议或是无线网络回传给后端主机，通常内置天线，可用于手持操作，读取范围随使用者的移动增大，具有便利的移动能力，能解决读取死角的问题，但是价格也较固定式阅读器昂贵，如图 2-7、2-8 所示。手持型阅读器有时会与笔记本电脑、手机或 PDA 结合，由电池提供电源，并且以无线通信的方式与后端系统进行通信。常见的应用领域为快递业、卖场，提供盘点管理、物流管理、零售管理等作业。



图 2-7　内置天线的 RFID 移动阅读器



图 2-8　RFID 手持阅读器

固定型阅读器的单一产品成本较移动型阅读器低，但移动型阅读器可以供多个用户和作业使用，固定型阅读器则必须架设在每个读取点上。若以效能来看，固定型阅读器可以提供较充足的电力来源，较高的通信速率和数据处理速度。缺点是由于天线是固定的，读取区域也是固定的，可能会产生读取死角，在部署时缺乏弹性。固定型阅读器适合不需人工操作、固定作业的环境，而移动型阅读器则适合作业人员随身携带、人工操作的作业环境。

其实，阅读器并没有绝对的好坏，各自都有合适的使用环境和特殊的需求，而使用者最重要的就是进行环境评估，选出最适合的阅读器。有时在特殊的环境当中，RFID 还无法达到 100% 的正确率。某些阅读器机会与条形码机相结合，以便同时具备扫条形码和读取 RFID 的功能。

2.3.4　选择阅读器需考虑的因素

如同 RFID 标签，阅读器也需要慎重选择，并且应该在开始导入 RFID 系统之前就做好评估。以下列出选择阅读器时需考虑的因素：

1）天线。天线设置的位置与角度会影响读取标签的正确率，必须将阅读器的可读区涵盖至标签会通过的信道。此外，天线的大小和形状与通信速率有关，而外接式的天线通常有较佳的效能。

2）与标签的通信能力。不同标签厂商所采用的协议可能相异，如果阅读器的应用场合为开放式，需要读取不同协议的标签，则必须具备该协议的读取功能，所以在选购阅读器时需注意该阅读器可以处理协议的能力。

3）频率。先前提到，标签依据不同频率有不同的特性。还必须注意是否符合电信法规。

因为 RFID 阅读器是低功率的射频器材，属于管制设备，不同频段有不同的相关规定，所以必须先取得当地电信主管机关的核准，方可使用，以免触犯当地的法规。

4）环境。阅读器对环境的依赖性很高，必须考虑环境变量。环境变量包含标签所贴附表面的材质、天线角度、电子标签的数量及间距、水或金属物的干扰、电子标签与阅读器的相对速度和地面的特性，有时候阅读器的应用环境较为特殊，必须有抵抗恶劣环境的能力。

5）连接方式。阅读器与后端系统的连接方式不同，会带来不同的特性和限制。例如：串行端口接口的阅读器，其通信距离会受限于连接线的长度，传输速度也较低，但是可以提供较可靠的连接方式。而通过网络接口则可以与其他计算机装置连接。在更新阅读器时，只要通过网络接口即可大范围更新，不需要到现场操作，但可靠性相对于串行端口较低。

6）空间要求。阅读器对使用环境有要求，有些能够设置阅读器的空间较小，有些则对设置空间有特殊要求。

7）升级能力。当新功能或是新标准产生时，阅读器必须调整升级。有些阅读器在更换硬件芯片或是其他元件后能提供更良好的效能，但是需要大量的人力去更换元器件。有些阅读器具备软件升级的功能，可以不需要更换实体组件，通过网络升级功能，即可实现升级。

8）控制功能。每种阅读器可调整的组态都不一样，有些可以调整读取速度、读取周期、甚至是天线的形式，以满足用户的不同需求，但是价格随着功能的提升也相对提高。

9）成本。阅读器的成本不只包含阅读器的价格，还包括了安装、整合、维修、培训和未来的升级成本，因此在计算阅读器成本时，必须将所有的成本都考虑在内。

10）效能。RFID 阅读器的效能可以以下列方式评估：

① 识别距离，可以 100% 识别所有范围内的标签距离。

② 识别速率，每秒可以 100% 识别通信范围内的标签数目。

③ 读取距离，可以 100% 读取所有范围内标签的距离。

④ 读取速率，每秒可以 100% 读取通信范围内的标签数目。

⑤ 写入距离，可以 100% 写入所有范围内标签的距离。

⑥ 写入速率，每秒可以 100% 写入通信范围内的标签数目。

2.4 RFID 应用系统的组成

射频识别系统至少应包括以下两个部分，一是阅读器，二是电子标签（或称射频卡、应答器等，本书统称为电子标签）。另外还应包括天线，主机等，如图 2-9 所示。RFID 系统在具体的应用过程中，根据不同的应用目的和应用环境，系统的组成会有所不同，但从 RFID 系统的工作原理来看，系统一般都由信号发射机、阅读器、发射接收天线几部分组成。下面分别加以说明：

（1）信号发射机

在 RFID 系统中，信号发射机为了不同的应用目的，会以不同的形式存在。典型的形式是标签（TAG）。标签相当于条码技术中的条码符号，用来存储需要识别传输的信息，另外，与条码不同的是，标签必须能够自动或在外力的作用下，把存储的信息发射出去。

（2）阅读器

在 RFID 系统中，信号接收机一般叫做阅读器。根据支持的标签类型的不同与完成功能

的不同，阅读器的复杂程度也是显著不同的。阅读器基本的功能就是提供与标签进行数据传输的途径。另外，阅读器还提供复杂的信号状态控制、奇偶错误校验与更正功能等。标签中除了存储需要传输的信息外，还必须含有一定的附加信息，如错误校验信息等。数据信息和附加信息按照一定的结构编织在一起，并按照特定的顺序向外发送。阅读器通过接收到的附加信息来控制数据流的发送。一旦到达阅读器的信息被正确地接收和译解后，阅读器通过特定的算法决定是否需要发射机对发送的信号重发一次，或者停止发送信号，这就是“命令响应协议”。使用这种协议，即便在很短的时间、很小的空间阅读多个标签，也可以有效地防止“欺骗问题”的产生。

（3）编程器

只有可读/写标签系统才需要编程器。编程器是向标签写入数据的装置。编程器写入数据一般是离线（OFF－LINE）完成的，也就是预先在标签中写入数据，等到开始应用时直接把标签贴附在被标识项目上。也有一些 RFID 应用系统，写数据是在线（ON－LINE）完成的，尤其是在生产环境中作为交互式便携数据文件来处理时。

（4）天线

天线是标签与阅读器之间传输数据的发射、接收装置。在实际应用中，除了系统功率，天线的形状和相对位置也会影响数据的发射和接收，需要专业人员对系统的天线进行设计、安装。

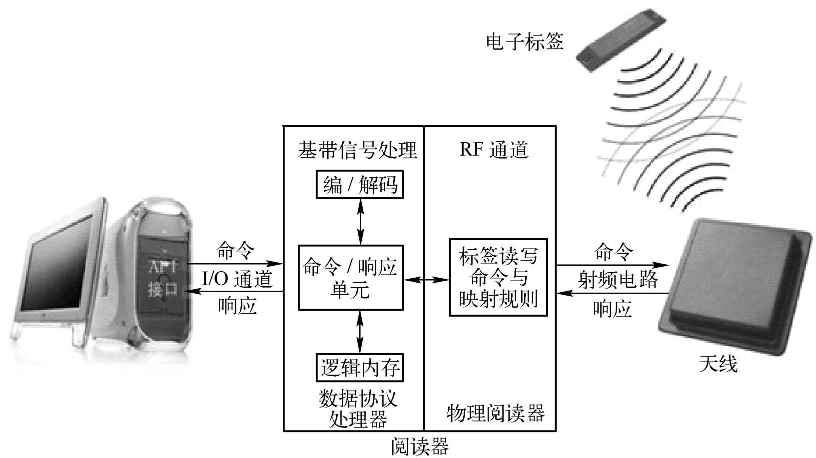


图 2-9　RFID 系统组成

电子标签是射频识别系统的数据载体，电子标签由标签天线和标签专用芯片组成。电子标签除了具有数据存储量、数据传输速率、工作频率、多标签识读特征等参数之外，还根据其内部是否需要加装电池及电池供电的作用而将电子标签分为有源电子标签、无源电子标签和半无源电子标签。

电子标签依据频率的不同可分为低频电子标签、高频电子标签、超高频电子标签和微波电子标签。依据封装形式的不同可分为信用卡标签、线形标签、纸状标签、玻璃管标签、圆形标签及特殊用途的异形标签等。RFID 阅读器通过天线与 RFID 电子标签进行无线通信，可以实现对标签识别码和内存数据的读出或写入操作。典型的阅读器含有高频模块（发送器和接收器）、控制单元以及阅读器天线。

电子标签与阅读器之间通过耦合元件实现射频信号的空间（无接触）耦合，如图 2-10 所示，在耦合通道内，根据时序关系，实现能量的传递、数据的交换。发生在 RFID 阅读器和电子标签之间的射频信号的耦合类型有两种：电感耦合——变压器模型通过空间高频交变磁场实现耦合，依据的是电磁感应定律；电磁反向散射耦合——雷达原理模型发射出去的电磁波，碰到目标后反射，同时携带回目标信息，依据的是电磁波的空间传播规律。电感耦合方式一般适合于中、低频工作的近距离射频识别系统，识别作用距离小于 1 m。电磁反向散射耦合方式一般适合于高频、微波工作的远距离射频识别系统。

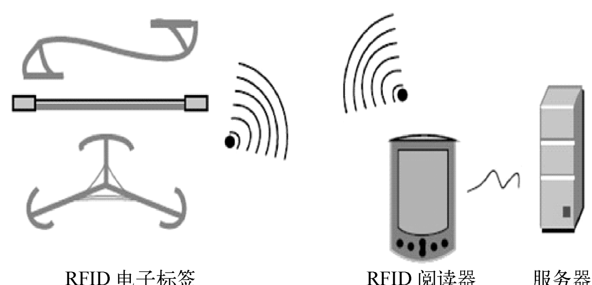


图 2-10　RFID 系统结构图

RFID 阅读器（Reader）的主要任务是控制射频模块向标签发射读取信号，并接收标签的应答，对标签的对象标识信息进行解码，将对象标识信息连带标签上其他相关信息传输到主机以供处理。根据应用不同，阅读器可以是手持式或固定式。当前阅读器成本较高，而且大多只能在单一频率点工作。未来阅读器的价格将大幅降低，并且支持多个频率点，能自动识别不同频率的标签信息。

RFID 应用支撑软件除了标签和阅读器上运行的软件外，介于阅读器与企业应用之间的中间件是其中的一个重要组成部分。该中间件为企业应用提供一系列计算功能，在电子产品编码（Electronic Product Code，EPC）规范中被称为 Savant。其主要任务是对阅读器读取的标签数据进行过滤、汇集和计算，减少从阅读器传往企业应用的数据量。同时 Savant 还提供与其他 RFID 支撑系统进行互操作的功能。Savant 定义了阅读器和应用两个接口。

用户可以根据工作距离、工作频率、工作环境要求、天线极性、寿命周期、大小及形状、抗干扰能力、安全性和价格等因素选择适合自己应用的 RFID 系统。

第 3 章　RFID 标准化

3.1　RFID 标准概述

作为一种将深入影响每个人日常生活的技术，为了实现对世界范围内的物品进行统一管理，同时也为了规范标签及阅读器的开发工作，解决 RFID 系统的互联和兼容问题，必须对 RFID 技术进行规范。RFID 的标准化是当前亟需解决的重要问题，各国及相关国际组织都在积极推进 RFID 技术标准的制定。目前，还未形成完善的关于 RFID 的国际和国内标准。RFID 的标准化涉及标识编码规范、操作协议及应用系统接口规范等多个部分。其中标识编码规范包括标识长度、编码方法等；操作协议包括空中接口、命令集合、操作流程等规范。当前主要的 RFID 相关规范有欧美的 EPC 规范、日本的 UID（Ubiquitous ID）规范和 ISO 18000 系列标准。其中 ISO 标准主要定义标签和阅读器之间互操作的空中接口。

目前 RFID 存在三个主要的技术标准体系：欧美的 EPC 电子产品编码标准、日本的 UID 标准和 ISO 国际标准体系。

标准能够确保协同工作的进行，规模经济的实现，工作实施的安全性以及其他许多方面。RFID 标准化的主要目的在于通过制定、发布和实施标准解决编码、通信、空气接口和数据共享等问题，最大程度地促进 RFID 技术及相关系统的应用。但是，如果标准采用过早，有可能会制约技术的发展进步；如果采用太晚的话，则可能会限制技术的应用范围，导致不必要的开销。

事实上，RFID 的相关标准涉及到其许多具体的应用，例如：不停车收费系统，宠物标识，货物集装箱标识以及智能卡应用等。而 RFID 主要用于物流管理等行业，需要标签能够实现数据共享。目前，许多与 RFID 有关的 ISO 标准正在研制中，主要包括可回收货运集装箱，可回收运输单品，运输单元，产品包装，产品标识以及电子货柜封条等。从 GS1（电子商务、物品标识、数据同步交换方面的全球标准化组织）、EPC Global 及 ISO 到国家与地方的众多组织以及 US IEEE 和 AIM Global 等都已参与到 RFID 相关标准的研制当中。

由于 WiFi、WiMax、蓝牙、Zig－Bee、专用短程通信协议（DSRC）以及其他短程无线通信协议正用于 RFID 系统或融入到 RFID 设备当中，使得 RFID 等的实际应用变得更为复杂。

3.2　RFID 标准简介

（1）EPC 电子产品编码标准

EPC（Electronic Product Code）电子产品编码标准是由电子产品代码环球协会（EPC Global）提出的。EPC Global 是由美国统一代码协会（UCC）和国际物品编码协会（EAN）于 2003 年共同成立的非营利性组织，其前身是 1999 年在美国麻省理工学院（MIT）成立的

自动识别中心（Auto－ID Center）。

EPC Global 系统是一种基于 EAN·UCC 编码的系统。EAN·UCC 标识代码是固定结构、无含义、全球唯一的全数字型代码，涵盖了贸易流通过程各种有形或无形的产品，包括贸易项目、物流单元、位置、资产、服务关系等，并伴随着该产品或服务的流动贯穿全过程。

在 2004 年 EPC Global 正式公布了全球第一个 RFID 标准，其中 EPC Tag 设定了 5 个不同等级（Class）。

Class0：只供读取（Read Only），简单被动式，仅提供在出厂时已制定的代码，属只读标签。标签在出厂时即写入一组不可更改的代码，提供简单的服务辨识。

Class1：只写一次（Write Once），简单被动式，可供一次写入，属只读标签。

Class2：重复读写（Read/Write），可重复读写，属被动式标签。

Class3：内设感应器的半被动标签，有重复读写功能，还包含额外的感应器，可侦查温度、湿度、动向变化，内置电池可增加读取距离。

Class4：属于天线，是一种半被动标签，可主动与其他标签沟通，不过都还在研发中。

Auto－ID 中心以创建“物联网（Internet of Things）”为使命，与众多成员企业共同制定一个统一的开放技术标准。旗下有沃尔玛集团、英国 Tesco 等 100 多家欧美的零售流通企业，同时有 IBM、微软、飞利浦、Auto－ID Lab 等公司提供技术研究支持。这确立了 EPC 在商业领域的地位，也加快了 RFID 技术在商业领域中大规模的应用进程。

EPC 不仅仅是单纯的编码标准，实际上已经扩展为一个结合 RFID 技术和网络技术的“物联网”架构，该架构由 EPC 编码、EPC 标签及阅读器、EPC 中间件、ONS 服务器和 EPC IS 服务器等部分构成。

2005 年，EPC global 批准了应用层事件（Application Level Events，ALE）标准。ALE 标准是 EPC 物联网架构中对中间件的标准，ALE 定义了 RFID 软件接受和写入阅读器数据的方法。

（2）日本的 UID 标准

日本 UID（Ubiquitous Identifications）的含义是“识别无处不在”。UID 的核心是赋予现实世界中任何物理对象唯一的泛在识别号（U－Code）。它具备了 128 位（128 bit）的充裕容量，提供了 340×1036 编码空间，更可以用 128 位为单元进一步扩展至 256、384 或 512 位。U－Code 的最大优势是能包容现有编码体系的元编码设计，可以兼容多种编码，包括 JAN、UPC、ISBN、IPv6 地址，甚至电话号码。泛在识别技术体系架构由泛在识别码（U－Code）、信息系统服务器、泛在通信器和 U－Code 解析服务器等四部分构成。

U－Code 标签具有多种形式，包括条码、射频标签、智能卡、有源芯片等。泛在识别中心把标签进行分类，设立了 9 个级别的不同认证标准。

从近年来日本 RFID 领域的动态来看，与行业应用相结合的基于 RFID 技术的产品和解决方案开始集中出现，这为 RFID 在日本应用的推广，特别是在物流等非制造领域，奠定了坚实的基础。

（3）ISO 标准体系

与 RFID 技术和应用相关的国际标准化机构主要有：国际标准化组织（ISO）、国际电工委员会（IEC）、国际电信联盟（ITU）、世界邮联（UPU）。此外还有其他的区域性标准化机构（如 EPC Global、UID Center、CEN）、国家标准化机构（如 BSI、ANSI、DIN）和产业

联盟（如 ATA、AIAG、EIA）等也制定了与 RFID 相关的区域、国家、或产业联盟标准，并通过不同的渠道提升为国际标准。

大部分 RFID 标准都是由 ISO 或与 IEC 联合组成的技术委员会（TC）或分技术委员会（SC）制定的。

ISO 有关 RFID 标准的三大系列是 14443 系列、15693 系列、18000 系列。

1）ISO 14443 系列是超短距离智慧卡（Proximity coupling smart cards）标准，该卡读取距离为 7 cm ~ 15 cm，使用的频率为 13.56 MHz。

2）ISO 15693 系列是短距离智慧卡（Vicinity coupling smart cards）标准，该卡读取距离可高达 1 m，使用的频率为 13.56 MHz。

3）ISO 18000 系列主要应用于货品管理类——物流供应链的管理，读取的距离较长而使用的频率介于 860 MHz ~ 930 MHz，甚至还有更高的频率。

3.3 RFID 标准的分类

一个完整的电子标签系统要能够正常工作，必须要有电子标签和阅读器设备信号之间的通信协议、无线频率的选用、电子标签编码系统和数据格式、产品数据交换协议、软件系统编程架构、网络与安全规范等标准，具体归纳为四大类，分别是电子产品编码类标准、通信类标准、频率类标准和应用类标准。

（1）电子产品编码类标准

RFID 是一种只读或可读写的数据载体，它所携带的数据内容中最重要的是惟一标识号。目前主要包括产品电子代码 EPC、EAN · UCC、GB18937（NPC）等。

（2）通信类标准

RFID 的无线接口标准中最受注目的是 ISO/IEC 18000 系列协议，涵盖了从 125 kHz 到 2.45 GHz 的通信频率，阅读距离由几厘米到几十米，其中主要是无源标签但也有用于集装箱的有源标签。

近距离无线通信是一项让两个靠近（近乎接触）的电子装置以 13.56 MHz 频率通信的 RFID 应用技术。由诺基亚、飞利普和索尼创办的近距离无线通信论坛（NFC Forum）起草了相关的通信和测试标准，让消费类电子设备（尤其是手机）与其他的网络产品或电脑外设进行通信和数据交换。

该标准还与 ISO/IEC 14443 和 ISO/IEC 15693 非接触式 IC 卡兼容。目前，已经有支持 NFC 功能的手机面世，可以用手机来阅读兼容 ISO/IEC 14443 Type A 或 Sony FeliCa 的非接触式 IC 卡或电子标签。

超宽带无线技术（Ultra Wide Band，UWB）是一种直接以载波频率传送数据的通信技术。以 UWB 作为射频通信接口的电子标签可实现半米以内的精确定位。这种精确定位功能可方便实现医院里的贵重仪器和设备管理、大楼或商场里以至奥运场馆内的人员管理。

无线传感器网络是另一种 RFID 技术的扩展。传感器网络技术的对象模型和数字接口已经形成产业联盟标准 IEEE 1451。

（3）频率类标准

RFID 标签与阅读器之间进行无线通信的频段有多种，常见的工作频率有 135 kHz 以下、

13.56 MHz、860 ~ 928 MHz（UHF）、2.45 GHz 及 5.8 GHz 等。

低频系统工作频率一般低于 30 MHz，典型的工作频率有 125 kHz、225 kHz、13.56 MHz 等，这些频点应用的射频识别系统一般都有相应的国际标准予以支持。

高频系统一般指其工作频率高于 400 MHz，典型的工作频段有 915 MHz、2.45 GHz、5.8 GHz 等。高频系统在这些频段上也有众多的国际标准予以支持。

（4）应用类标准

RFID 在行业上的应用标准包括动物识别、道路交通、集装箱识别、产品包装、自动识别等。

其中，ISO TC 23/SC 19 WG3 是应用于动物识别的标准，ISO TC 204 是应用于道路交通信息的标准，ISO TC 104 是应用于集装箱运输的标准，ISO TC 122 是应用于包装的标准，ISO/IEC JTC 1 SC 31 是自动识别应用标准，ISO/IEC 18000 是用于物品管理的射频识别技术系列标准，SC 17/WG 8 是识别卡非接触式集成电路标准等。

3.4 常用 RFID 标准

目前常用的 RFID 国际标准主要有用于对动物识别的 ISO11784 和 ISO11785，用于非接触智能卡的 ISO10536（Close coupled cards）、ISO 15693（Vicinity cards）、ISO14443（Proximity cards），用于集装箱识别的 ISO 10374 等。下面介绍几个常见的标准。

（1）ISO 11784 和 ISO 11785 技术标准

ISO 11784 和 ISO 11785 分别规定了动物识别的代码结构和技术准则，标准中没有对应答器样式尺寸加以规定，因此可以设计成适合于所涉及的动物的各种形式，如玻璃管状、卫标或项圈等。代码结构为 64 位，其中的 27 ~ 64 位可由各个国家自行定义。技术准则规定了应答器的数据传输方法和阅读器规范。工作频率为 134.2 kHz，数据传输方式有全双工和半双工两种，阅读器数据以差分双相代码表示，应答器件采用 FSK 调制，NRZ 编码。由于受较长的应答器充电时间和工作频率的限制，通信速率较低。

（2）ISO 10536、ISO 15693 和 ISO14443 技术标准

ISO 10536 标准发展于 1992 年 1995 年间，由于这种卡的成本高，与接触式 IC 卡相比优点很少，因此这种卡从未在市场上销售。ISO 14443 和 ISO 15693 标准在 1995 年开始操作，其完成则是在 2000 年之后，二者皆以 13.56 MHz 交变信号为载波频率。ISO 15693 读写距离较远，而 ISO 14443 读写距离稍近，但应用较广泛。目前的第二代电子身份证采用的标准是 ISO 14443 TYPE B 协议。ISO 14443 定义了 TYPE A、TYPE B 两种类型协议，通信速率为 106 Kbit/s，它们的不同主要在载波的调制深度及位的编码方式。TYPE A 采用开关键控（On – Off keying）的 Manchester 编码，TYPE B 采用 NRZ – L 的 BPSK 编码。TYPE B 与 TYPE A 相比，具有传输能量不中断、速率更高、抗干扰能力列强的优点。RFID 的核心是防冲撞技术，这也是和接触式 IC 卡的主要区别。ISO 14443 – 3 规定了 TYPE A 和 TYPE B 的防冲撞机制。二者防冲撞机制的原理不同，前者是基于位冲撞检测协议，而 TYPE B 通信系列命令序列完成防冲撞。ISO 15693 采用轮寻机制、分时查询的方式完成防冲撞机制。防冲撞机制使得同时处于读写区内的多张卡的正确操作成为可能，既方便了操作，也提高了操作的速度。

（3）ISO 18000 技术标准

ISO 18000 是一系列标准，此标准是目前较新的标准，原因是它可用于商品的供应链，其中的部分标准也正在形成之中。ISO 18000－6 基本上是整合了一些现有 RFID 厂商的减速器规格和 EAN－UCC 所提出的标签架构要求制订的规范。ISO 18000 只规定了空气接口协议，对数据内容和数据结构无限制，因此可用于 EPC。

3.5　RFID 标准化组织

有代表性的国际 RFID 标准组织主要有 5 家，分别是 EPC global（全球电子物品编码），ISO/IEC，UIDC（泛在识别中心），AIM（自动识别制造协会）和 IP－X。

（1）EPC global

EPC global 是以欧美企业为主要阵营的 RFID 标准组织，拥有 533 家会员，其中终端用户 234 家，高级会员 299 家，拥有沃尔玛、思科、敦豪快递、麦德龙和吉列等核心会员。EPC global 利用 Internet、RFID 和全球统一识别系统编码技术给每一个实体对象唯一的代码，构造实现全球物品信息实时共享的实物信息互联网（物联网）。目前 EPC global 已经发布了一系列技术规范，包括电子产品代码（EPC）、电子标签规范和互操作性、识读器－电子标签通信协议、中间件软件系统接口、PML 数据库服务器接口、对象名称服务、和 PML 产品元数据规范等。

（2）ISO/IEC

与 EPC global 只专注于 860～960 MHz 频段不同，ISO/IEC 在各个频段的 RFID 都颁布了标准。ISO/IEC 组织下面有多个分技术委员会从事 RFID 标准研究。ISO/IEC JTC1/SC31，即 AIDC 自动识别和数据采集分技术委员会，正在制定或已颁布的标准有不同频率下自动识别和数据采集通信接口的参数标准，即 ISO/IEC18000 系列标准。ISO/IEC JTC1/SC17 是识别卡与身份识别分技术委员会，正在制定或者已经颁布的标准主要有 ISO/IEC14443 系列，我国的二代身份证采用的就是该标准。此外，ISO TC104/SC4 识别和通信分技术委员会制定了集装箱电子封装标准等。

（3）UIDC

日本泛在技术核心组织 UID（Ubiquitous ID Center）目前已经公布了电子标签超微芯片部分规格，但正式标准尚未推出；支持这一 RFID 标准的有 300 多家日本电子厂商、IT 企业。日本和欧美的 RFID 标准在使用的无线频段、信息位数和应用领域等有许多不同点。日本的电子标签采用的频段为 2.45 GHz 和 13.56 MHz，欧美的 EPC 标准采用 UHF 频段；日本的电子标签的信息位数为 128 位，EPC 标准的位数为 96 位。日本的电子标签标准可用于库存管理、信息发送和接收以及产品和零部件的跟踪管理等；EPC 标准侧重于物流管理、库存管理等。

（4）AIM 和 IP－X

AIM 和 IP－X 的势力则相对弱小。AIDC（Automatic Identification and Data Collection）组织原先制定通行全球的条形码标准，于 1999 年另成立 AIM（Auto ID Manufacturers）组织，目的是推出 RFID 标准。由于原先条形码的运用程度将远不及 RFID，因此 AIDC 未来是否有足够能力影响 RFID 标准之制定，将是一个变量。AIM 全球有 13 个国家与地区性的分支，

且目前的全球会员数已快速累积至一千多个。IP－X 为南美、澳大利亚，瑞士等主权国的第三世界标准组织。

3.6　我国相关标准的现状和存在的问题

3.6.1　相关标准现状

我国 RFID 技术与应用的标准化研究工作起步比国际上要晚 4～5 年。

2003 年 2 月国家标准化委员会颁布强制标准《全国产品与服务统一代码编码规则》（GB18937－2003 <NPC>）。为中国实施产品的电子标签化管理打下基础，并确定首先在药品、烟草防伪和政府采购项目上实施。

2004 年 1 月中国成立“电子标签国家标准工作组”，负责起草、制定中国有关“电子标签”多项国家标准。但由于电子标签相关国家标准的制定机构之间工作重复，为保证电子标签技术和管理规范有序发展，确保正在制定中的相关电子标签标准之间协调一致，2004 年 9 月起暂停了“电子标签国家标准工作组”的相关工作。

2005 年下半年，由中国物品编码中心和信息产业部电子工业标准化研究所作为两个主要起草单位一起开始负责完成 ISO/IEC18000 转换为国家标准的工作。ISO18000 系列国标制定的项目见表 3-1。

表 3-1　ISO18000 系列国标制定的项目

标　准　号	信息技术 AIDC 技术	范　　围
ISO/IEC18000－1	用于物品管理的射频识别技术	标准化参数定义
ISO/IEC18000－2	用于物品管理的射频识别技术	低于 135 kHz 通信的空中接口的参数
ISO/IEC18000－3	用于物品管理的射频识别技术	在 13.56 MHz 通信的空中接口的参数
ISO/IEC18000－4	用于物品管理的射频识别技术	2.45 GHz 频率下的空中接口通信参数
ISO/IEC18000－5	用于物品管理的射频识别技术	860～960 MHz 频率下的空中接口的参数
ISO/IEC18000－6	用于物品管理的射频识别技术	433 MHz 频率下的空中接口的参数

ISO/IEC18000 标准的国标制定的正式立项，对自动识别产业和终端用户都是有利的。目前我国 RFID 应用的瓶颈之一是没有标准，ISO18000 是国际上业内共享的基础标准，基础标准确定了，才能进一步制定标签和阅读器这样的产品和应用标准。

在充分照顾我国国情和利用我国优势的前提下，应该参照或引用 ISO、IEC、ITU 等国际标准并做出本地化修改，这样能尽量避免引起知识产权争议，掌握国家在电子标签领域发展的主动权。

RFID 的广泛应用蕴藏着巨大的产业利益、还涉及国家安全利益、信息控制利益等，我国应全面部署电子标签标准体系，尤其应重视编码体系、频率划分以及与知识产权有关的技术和应用，并推出具有我国自主知识产权的标准，特别是在解决安全、防伪、识别、管理等应用领域。

3.6.2 存在的问题

RFID 应用涉及很多技术，还涉及一系列的标准问题，包括无线电频率、数据格式、编码等。目前，RFID 还未形成统一的全球化标准，市场呈现多种标准并存的局面，但随着 RFID 全球大规模应用的开始，RFID 标准的统一问题已经得到业界的广泛认同。

RFID 系统主要由数据采集和后台数据库网络应用系统两大部分组成。目前已经发布或者正在制定中的标准主要是与数据采集相关的，其中包括 RFID 标签与阅读器之间的接口、阅读器与计算机之间的数据交换协议、RFID 标签与阅读器的性能和一致性测试规范，以及 RFID 标签的数据内容编码标准等。后台数据库网络应用系统目前并没有形成正式的国际标准，只有少数产业联盟制定了一些规范，现阶段还在不断演变中。

RFID 标准争夺的核心主要在 RFID 标签的数据内容编码标准这一领域。目前，国际上形成了五大标准组织，分别代表了不同团体或者国家的利益。EPC Global 是由北美 UCC 产品统一编码组织和欧洲 EAN 产品标准组织联合成立的，在全球拥有上百家成员，得到了零售巨头沃尔玛、制造业巨头强生和宝洁等跨国公司的支持；而 AIM、ISO、UID 则代表了欧美国家和日本厂商的利益；IP－X 的成员则以非洲、大洋洲、亚洲等国家的厂商为主。比较而言，EPC Global 由于综合了美国和欧洲的厂商，实力相对占上风。

当前国际上在 UHF（超高频）频段的 RFID 主要技术使用 860～960 MHz 频段，因为它最具有适用于国际间物流管理的特性，因此这一频段下的标准之争也最为突出。虽然我国的标准还没有正式发布，但由于目前国内的 RFID 应用大多是在闭环下的应用，所以标准已经不是障碍。

我国在 RFID 标准的建立上虽然取得了一定的进步，但是还存在以下几方面的问题：

（1）标准建立的缺陷

过去的几十年，我国大多是参照国外标准制定国家标准，或者直接采用国外标准。标准是知识产权的最集中的体现，参照国际标准制定我国标准，或者直接采用国际标准，这相当于强制实施国外标准，导致我国产业界掉入国外的专利陷阱，跳出陷阱要付出巨大的代价。另一方面是标准推广的缺陷。我国的标准审定以行政审批为主，企业在标准制定过程中只能被动执行，几乎没有发言权。

（2）产业发展的滞后

目前，我国仅有少数企业已有能够规模化生产基于 13.56MHz 频段的芯片，而国际上应用最广的 UHF 芯片则还在研制之中。HF 频段的标签封装技术和生产已经成熟，但还不能进行 UHF 频段的标签封装，封装设备还依靠进口。基本具有 HF 频段阅读器设计和集成制造能力但还没有 UHF 频段以上阅读器设计和制造能力。RFID 的特性要求整个产业链必须同步发展，而我国在超高频技术、芯片制造、封装等关键环节跟不上，造成成本居高不下，从而制约了整个产业的发展

（3）相关应用的落后

我国 RFID 潜在用户主要分为两类，一类是主动的，这些用户本身存在一些问题，如库存控制难，数据采集效率低下等，而 RFID 技术是解决这类问题的最佳方式，另一类是被动的，传统的生产商对 RFID 技术原本没有特殊的需求，但迫于进入国外市场的要求或销售渠道如沃尔玛的要求而不得不考虑实施 RFID。目前，国内只有极少数单位在试点应用 RFID，

如铁道部利用 RFID 进行列车调度，中国邮政利用 RFID 分拣邮包，上汽集团将 RFID 应用于汽车制造质量管理中等。这种初级闭环小规模的应用无法充分体现 RFID 的优势。

（4）使用频率的限制

当前国际上 RFID 在 UHF 频段主要使用 430 MHz 和 860 ~ 960 MHz 两段频率，但在我国 860 ~ 960 MHz 已分配给专用业务、集群和公众移动通信等关系国计民生的重要无线电业务，没有空闲的频率直接划给 RFID 使用，这就决定了现阶段该频段的 RFID 无法使用。

（5）国际社会的压力

发达国家以标准为依据，采用以技术标准、标准和合格评定程序设置的技术性贸易措施，强化其经济和技术在国际中的竞争地位。如果我国试图建立自己的 RFID 标准，对标准背后的数万亿美元的市场施加决定性影响，必然遭到标准先发国家的强烈抵制。

3.6.3 RFID 标准化发展趋势

标准化是推动产品广泛获得市场接受的必要措施，但射频识别阅读机与标签的技术仍未统一，因此无法一体化使用。而不同制造商所开发的标签通信协定，使用不同频率，且封包格式不一。而 RFID 技术又不像条码，虽有常用的共同频率范围，但制造厂商可以自行改变，此外，标签上的芯片性能，存储器存储协议与天线设计约定等，也都没有统一标准。尽管 RFID 的有关标准正在逐步开发制定、不断完善，但是不同国家又有自己的规则。有的业内人士担心，比制定条码标准更为困难的是，如果一个国家把某个频率的使用权卖给某个商业企业，则在出现对其他系统的干扰时，这个国家就很难对这个频率段的使用情况进行监督管理。

RFID 相关标准的社会影响因素有以下几个方面：

1）无线通信管理——如 ETSI（欧洲电信标准协会），FCC（美国联邦通信委员会）等相关要求；

2）人类健康——主要是 ICNIRP（国际非电离辐射保护委员会），这是一个为世界卫生组织及其他机构提供有关非电离放射保护建议的独立机构，目前许多国家使用其推荐的标准作为放射规范标准。这是有关工作频率、功率、无线电波辐射等对健康的影响的标准。

3）隐私——隐私问题的解决基于同意原则，即用户或消费者是否能够容忍的程度。

4）数据安全——OECD（经济合作与发展组织）曾发布有关文件，规定了信息系统和网络安全的指导方针。与 ISO 17799（信息安全管理的实践代码）相似，并不强制要求遵从这些指导方针，但这些指导方针却为信息安全计划提供了坚实的基础。

第 4 章　EPC 基础

4.1　EPC 的定义

20 世纪 70 年代，商品条码的出现引发了商业的第一次革命，一种全新的商业运作形式大大减轻了员工的劳动强度，顾客可以在一个全新的环境下选购商品，商家也获得了巨大的经济效益。现在几乎每个人都享受到了条码技术带来的便捷和好处。21 世纪的今天，一种基于射频识别技术的电子产品标签——EPC 标签产生了，它将再次引发商业模式的变革，在购物结账时能够瞬间实现商品的自助式智能结账，人们称之为 EPC 系统。EPC 系统是在计算机互联网的基础上，利用 RFID、无线数据通信等技术，构造的一个覆盖世界上万事万物的实物互联网（Internet of Things）。

4.2　EPC 的产生

4.2.1　条码自动识别

20 世纪 70 年代开始大规模应用的商品条码（Bar Code for Commodity）现在已经深入到日常生活的每个角落，以商品条码为核心的 EAN · UCC 全球统一标识系统，已成为全球通用的商务语言。目前已有 100 多个国家和地区的 120 多万家企业和公司加入了 EAN · UCC 系统，上千万种商品应用了条码标识。EAN · UCC 系统在全球的推广加快了全球流通领域信息化、现代物流及电子商务的发展进程，提升了整个供应链的效率，为全球经济及信息化的发展起到了举足轻重的推动作用。

商品条码的编码体系是对每一种商品项目的惟一编码，信息编码的载体是条码，随着市场的发展，传统的商品条码逐渐显示出来一些不足之处。

首先，从 EAN · UCC 系统编码体系的角度来讲，主要以全球贸易项目代码（GTIN）体系为主。而 GTIN 体系是对一族产品和服务，即所谓的“贸易项目”，在买卖、运输、仓储、零售与贸易运输结算过程中提供的惟一标识。虽然 GTIN 标准在产品识别领域得到了广泛应用，但却无法做到对单个商品的全球惟一标识。而新一代的 EPC 编码则因为编码容量的极度扩展，能够从根本上革命性地解决了这一问题。

其次，虽然条码技术是 EAN · UCC 系统的主要数据载体技术，并已成为识别产品的主要手段，但条码技术存在如下缺点：

1）条码是可视的数据载体。阅读器必须“看见”条码才能读取它，必须将阅读器对准条码才有效。而无线电频率识别并不需要可视传输技术，RFID 标签只要在阅读器的读取范围内就能进行数据识读。

2）如果印有条码的横条被撕裂、污损或脱落，就无法扫描这些商品。而 RFID 标签只要

与阅读器保持在合适的识读距离之内，就能进行数据识读。

3）现实生活中对某些商品进行惟一的标识越来越重要，如食品、危险品和贵重物品的追溯。而条码只能识别制造商和产品类别，而不是具体的某一个商品。牛奶纸盒上的条码到处都一样，辨别出哪盒牛奶超过有效期是不可能的。

随着网络技术和信息技术的飞速发展以及射频技术的日趋成熟，EPC 系统的产生为供应链提供了前所未有近乎完美的解决方案。

4.2.2 射频识别

射频识别技术（RFID）是 20 世纪中叶进入实用阶段的一种非接触式自动识别技术，其基本原理是利用射频信号及其空间耦合和传输特性，实现对静止或移动物体的自动识别。射频识别的信息载体是射频标签，其形式有卡、钮扣、标签等多种类型。射频标签贴在产品或安装在物品上，由射频阅读器读取存储于标签中的数据。RFID 可以用来追踪和管理几乎所有物理对象。因此，越来越多零售商和制造商都在关心和支持这项技术的发展与应用。

采用 RFID 最大的好处是可以对企业的供应链进行高效管理，从而有效地降低成本。对于供应链管理应用而言，射频技术是一项非常适合的技术，但由于标准不统一等原因，该技术在市场中并未得到大规模的应用，为了获得期望的效果，用户迫切要求开放标准。

4.2.3 EPC

针对 RFID 技术的优势及其可能给供应链管理带来的效益，国际物品编码协会 EAN 和 UCC 早在 1996 年就开始与国际标准组织 ISO 协作，陆续开发了无线接口通信等相关标准，自此，RFID 的开发、生产及产品销售乃至系统应用有了可遵循的标准，对于 RFID 制造者及系统方案提供商而言这也是一个重要的技术标准。

1999 年麻省理工大学成立 Auto – ID Center，致力于自动识别技术的开发和研究。Auto – ID Center 在美国统一代码委员会（UCC）的支持下，将 RFID 技术与 Internet 网结合，提出了产品电子代码（EPC）的概念。国际物品编码协会与美国统一代码委员会将全球统一标识编码体系植入 EPC 概念当中，从而使 EPC 纳入全球统一标识系统。世界著名大学——英国剑桥大学、澳大利亚阿德雷德大学、日本 Keio 大学、瑞士圣加仑大学、上海复旦大学相继加入并参与 EPC 的研发工作。该项工作还得到了可口可乐、吉利、强生、辉瑞、宝洁、联合利华、UPS 和沃尔玛等 100 多家国际大公司的支持，其研究成果已在一些公司中试用，如宝洁、TESCO 等公司。

2003 年 11 月 1 日，国际物品编码协会（EAN/UCC）正式接管了 EPC 在全球的推广应用工作，成立了 EPCglobal，负责管理和实施全球的 EPC 工作。EPCglobal 授权 EAN/UCC 在各国的编码组织成员负责本国的 EPC 工作，各国编码组织的主要职责是管理 EPC 注册和标准化工作，在当地推广 EPC 系统并提供技术支持以及培训 EPC 系统用户。在我国，EPCglobal 授权中国物品编码中心作为唯一代表并负责我国 EPC 系统的注册管理、维护及推广应用工作。同时，EPCglobal 于 2003 年 11 月 1 日将 Auto – ID 中心更名为 Auto – ID Lab，它为 EPCglobal 提供技术支持。

EPCglobal 的成立为 EPC 系统在全球的推广应用提供了有力的组织保障。EPCglobal 旨在改变整个世界，搭建一个可以自动识别任何地方、任何事物的开放性的全球网络。即 EPC

系统，可以形象地称其为“物联网”。在物联网的构想中，RFID 标签中存储的 EPC 代码，通过无线数据通信网络把它们自动采集到中央信息系统，实现对物品的识别。进而通过开放的计算机网络实现信息交换和共享，实现物品的透明化管理。

4.3 EPC 系统的构成

EPC 系统是一个非常先进的、综合性的和复杂的系统。其最终目标是为每一单品建立全球的、开放的标识标准。它由全球产品电子代码（EPC）体系、射频识别系统及信息网络系统三部分组成，主要包括六个方面，见表 4-1，其系统构成如图 4-1 所示。

表 4-1 系统的构成

系统构成	名 称	注 释
全球产品电子代码的编码体系	EPC 编码标准	识别目标的特定代码
射频识别系统	EPC 标签	贴在物品之上或者内嵌在物品之中
	阅读器	识读 EPC 标签
信息网络系统	EPC 中间件	EPC 系统的软件支持系统
	对象名称解析服务（Object Naming Service：ONS）	
	实体标记语言（Physical Markup Language PML）	

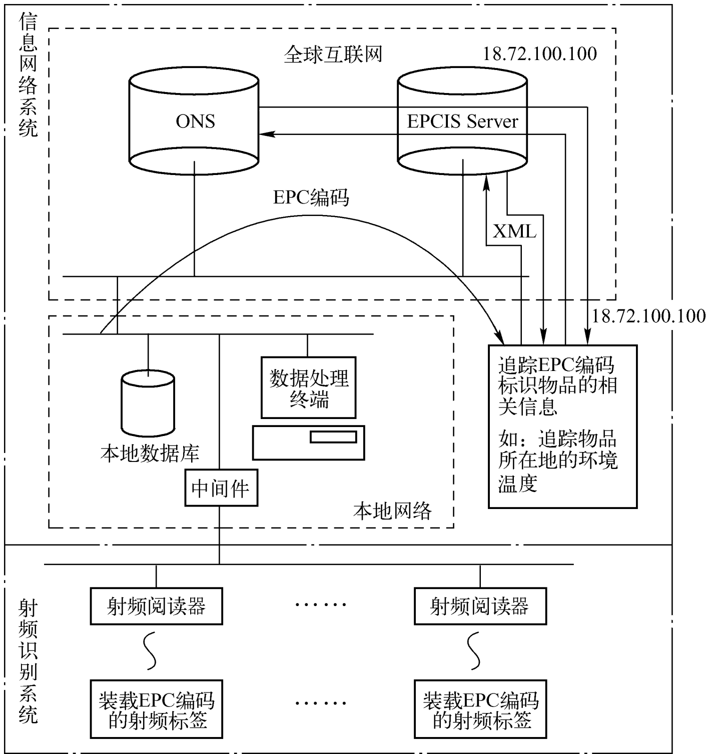


图 4-1 EPC 系统的构成

4.3.1 全球产品电子代码编码体系

全球产品电子代码 EPC 编码体系是新一代的与 GTIN 兼容的编码标准，它是全球统一标识系统的拓展和延伸，是全球统一标识系统的重要组成部分，是 EPC 系统的核心与关键。

EPC 代码是由一个版本号加上域名管理者、对象分类、序列号三段数据组成的一组数字。具体结构见表 4-2。它是由 EPC global 组织、各应用方协调一致的编码标准，具有以下特性：

1）科学性：结构明确，易于使用、维护。

2）兼容性：兼容了其他贸易流通过程的标识代码。

3）全面性：可在贸易结算、单品跟踪等各环节全面应用。

4）合理性：由 EPC global、各国 EPC 管理机构（中国的管理机构称为 EPC global China）、标识物品的管理者分段管理、共同维护、统一应用，具有合理性。

5）国际性：不以具体国家、企业为核心，编码标准全球协商一致，具有国际性。

6）无歧视性：编码采用全数字形式，不受地方色彩、语言、经济水平和政治观点的限制，是无歧视性的编码。

表 4-2　EPC 编码结构

		版本号	域名管理	对象分类	序列号
EPC－64	类型Ⅰ	2	21	17	24
	类型Ⅱ	2	15	13	34
	类型Ⅲ	2	26	13	23
EPC－96	类型Ⅰ	8	28	24	36
EPC－256	类型Ⅰ	8	32	56	160
	类型Ⅱ	8	64	56	128
	类型Ⅲ	8	128	56	64

4.3.2 射频识别技术

EPC 射频识别系统是实现 EPC 代码自动采集的功能模块，由射频标签和射频阅读器组成。射频标签是产品电子代码（EPC）的载体，附着于可跟踪的物品上在全球流通。射频阅读器与信息系统相连，是读取标签中的 EPC 代码并将其输入网络信息系统的设备。EPC 系统射频标签与射频阅读器之间利用无线感应方式进行信息交换。具有以下特点：

1）可以非接触识别。

2）无须“视线”所及，可以穿过水、油漆、木材甚至人体进行识别。

3）可以识别快速移动物品。

4）可同时识别多个物品等。

EPC 射频识别系统为数据采集最大限度地降低了人工干预，实现了完全自动化，是“物联网”形成的重要环节。

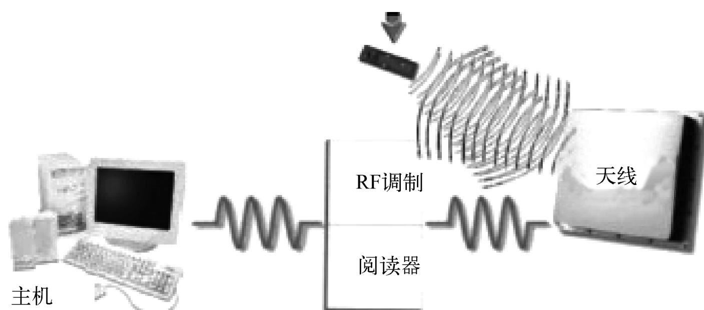


图 4-2　EPC 射频识别系统

（1）EPC 标签

EPC 标签是产品电子代码的信息载体，主要由天线和芯片组成。

（2）阅读器

阅读器是用来识别 EPC 标签的电子装置，与信息系统相连实现数据的交换。

4.3.3　信息网络系统

信息网络系统由本地网络和全球互联网组成，是实现信息管理、信息流通的功能模块。EPC 系统的信息网络系统是在全球互联网的基础上，通过 SAVANT 管理软件系统以及对象命名解析服务（ONS）和实体标记语言（PML）实现全球“实物互联”。

（1）Savant 系统

Savant 系统的主要任务是数据校对、阅读器协调、数据传送、数据存储和任务管理。

（2）对象名称解析服务（ONS）

对象名称解析服务（ONS）是一个自动的网络服务系统，类似于域名解析服务（DNS），ONS 给 Savant 系统指明了存储产品的有关信息的服务器。

（3）实体标记语言（PML）

实体标记语言（PML）是基于为人们广为接受的可扩展标识语言（XML）发展而来的，用于描述有关产品信息的一种计算机语言。

4.4　EPC 系统的特点

EPC 系统的特点如下：

（1）开放的结构体系

EPC 系统采用全球最大的公用的 INTERNET 网络系统。这就避免了系统的复杂性，同时也大大降低了系统的成本，并且还有利于系统的增值。梅特卡夫（Metcalfe）定律表明，在一个高价值的网络中，用户系统应该是开放的。

（2）独立的平台与高度的互动性

EPC 系统识别的对象是十分广泛的实体对象，因此，不可能有一种技术适用所有的识别对象。同时，不同地区，不同国家的射频识别技术标准也不相同。因此开放的结构体系必须具有独立的平台和高度的交互操作性。EPC 系统网络建立在 INTERNET 网络系统上可以

与 INTERNET 网络所有可能的组成部分协同工作。

（3）灵活的可持续发展的体系

EPC 系统是一个灵活的开放的可持续发展的体系，可在不替换原有体系的情况下就可以做到系统升级。

EPC 系统是一个全球的大系统，供应链各个环节、各个节点、各个方面都能受益，但对低价值的识别对象来说，如食品、消费品等，它们对 EPC 系统引起的附加价格十分敏感。EPC 系统正在考虑通过本身技术的进步，进一步降低成本，同时通过系统的整体运作使供应链管理得到更好的运作，提高效益，以便抵消和降低附加价格。

4.5 EPC 系统的工作流程

在由 EPC 标签、阅读器、EPC 中间件、Internet、ONS 服务器、EPC 信息服务（EPC IS）以及众多数据库组成的实物互联网中，阅读器读出的 EPC 只是一个信息参考（指针），由这个信息参考从 INTERNET 找到 IP 地址并获取该地址中存放的相关的物品信息，并采用分布式的 EPC 中间件处理由阅读器读取的一连串 EPC 信息。由于在标签上只有一个 EPC 代码，计算机需要知道与该 EPC 匹配的其他信息，就需要 ONS 来提供一种自动化的网络数据库服务，EPC 中间件将 EPC 代码传给 ONS，ONS 指示 EPC 中间件到一个保存着产品文件的服务器（EPC IS）查找，该文件可由 EPC 中间件复制，因而文件中的产品信息就能传到供应链上，EPC 系统的工作流程如图 4-3 所示。

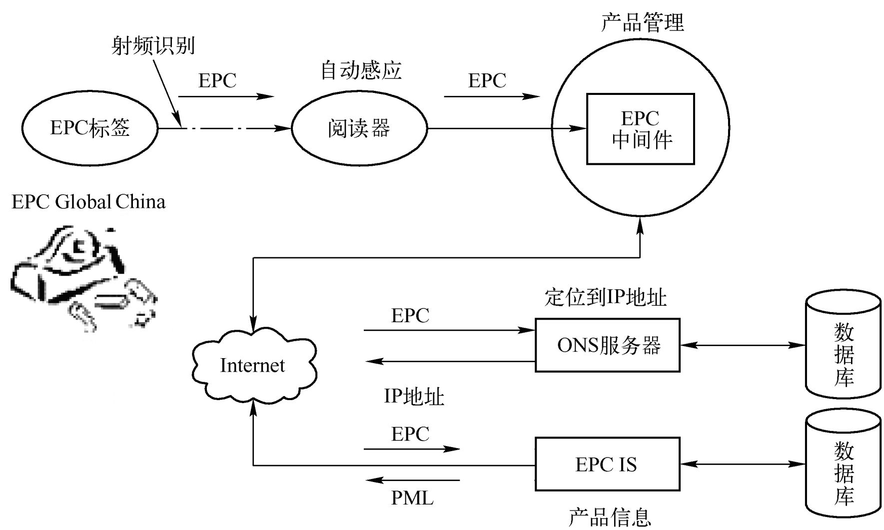


图 4-3　EPC 系统工作流程示意图

4.6 EPC 的发展状况

随着 RFID 技术及无线局域网技术的日渐成熟，标准逐渐统一，EPC 系统也在不断完善，并为更多的人所了解和使用。

4.6.1 国外 EPC 的发展现状

自 1999 年提出 EPC 物联网的构想到 2003 年，短短的几年时间，Auto – ID 中心已经完成了 EPC 应用方面 3 个阶段的示范实验。

第 1 阶段（货堆）。2001 年 9 月，Auto – ID 中心成功地读取了宝洁公司位于密苏里州 Cape Giradeau 工厂中手纸货堆上的 EPC 代码。10 月，该厂有一批货物要发往位于 Oklahoma 的 Tulsa Sam 俱乐部，当货物离开工厂时，货堆上的 EPC 代码在异地被成功地读取。

第 2 阶段（货箱）。2002 年 2 月，联合利华、宝洁、卡夫、可口可乐、吉列、沃尔玛和强生等公司将包装盒上配有 EPC 标签的货物在全美 8 个州中选定的配送中心和零售商之间运输，尽管从货堆试验到包装盒试验大大增加了传输的数据量，系统运行仍然良好。

第 3 阶段（单个物品）。2002 年底，Auto – ID 中心测试系统处理更大数据量的能力，标签被加载到单个物品上。EPC 可为每一单个商品建立全球的、开放的标识标准，以 EPC 软、硬件技术构成的“EPC 物联网”，能够使产品的生产、仓储、采购、运输、销售及消费的全过程发生根本性的变化，从而大大提高了全球供应链的性能。

在美国，全球零售巨头沃尔玛 2004 年 4 月将 EPC 搬出试验室，经两年应用，EPC 展现出日益强劲的发展前景。沃尔玛在美国的多家超市、会员店和供货商中应用了 EPC 技术，原来的 EPC 标签大多在托盘上，提高的是从制造商、配送中心到超市这一段供应链的供货效率，而目前的标签已更多地使用在货箱上。标签贴在货箱上，把阅读器放在合适位置，就能知道货箱最新通过了哪个阅读器，可以实时了解货物的方位，如货仓、通道、货架或已售出等信息。根据这些实时信息及时补货，销售量普遍提高 20%。这样，从制造商到超市结算整个供应链的效率都大大提高，货物的流通速度比以往提高了 3 倍。

在加拿大，由 EPC – global 负责 EPC 系统的研发和推广。其主要举措有：代表加拿大工业界参与制定全球 EPC2. 0 标准；建立与加拿大基础技术和系统相兼容的 EPC 标准；制订 EPC 商业计划，在加拿大推广该技术；为 EPC 网络的发展提供有利的公共政策；培训终端用户、技术方案解决商（包括：出版 EPC 商业应用案例，建立 EPC 培训机制，举办论坛、演讲进行交流，宣传 EPC 网络的商业价值）；建立加拿大应用方案服务商及用户委员会；引导加拿大各行业应用。

为了通过采纳开放的全球标准和产品标识来提高商业的贸易效率，EAN 和 UCC 成立了 EPC – global 来管理全球 EPC 标准、开发并实施市场和通信、管理有关 EPC 的知识产权、与 Auto ID 中心就未来的改善进行合作、管理 EPC 系统。EPC 网络的商业化给各国的编码组织提供了发展新业务的绝好机会，同时由于 EAN 已经建立了遍布全球的编码组织，为开展这项新的业务提供了组织保障。EAN 的世界成员组织和美国 UCC 负责 EPC 系统的全球教育、信息传播、教育工具和推动，并可以利用成员公司超过 100 万的全球用户基础推动 EPC 技术的应用。自此，EPC 系统的研发力量在全球范围内得以整合，并进入了有计划的推广阶段。

4.6.2 国内 EPC 的发展现状

随着我国国民经济的快速发展，对外经济交流的日益频繁，国外物联网技术的发展和应用在客观上可能形成新的技术壁垒，这就要求紧紧把握这一发展趋势，迎头赶上，在国内也

推广这一新技术，提升我国企业的国际竞争力。因此，EPC 技术及其物联网的建设在我国已成为大家普遍关注的热点。

国内研究人员对 EPC 网络的研究基本上是从空白开始的，已有的技术积累也较低，但这方面的研究一直在继续，在跟踪发达国家研究的同时已经逐渐有了自己的创新。参与这方面研究的有中国物品编码中心（ANCC），AIM China 等非盈利机构以及复旦大学等高等学校的科研机构，目前已经取得了一些初步的成果。

作为 EPC 网络的关键技术之一的射频识别技术的研究，中国物品编码中心早在 1996 年就开始了。1999 年，中国物品编码中心完成了原国家技术监督局的科研项目《新型射频识别技术研究》，制定了射频识别技术规范。2002 年中国物品编码中心开始积极跟踪国际 EPC 的发展动态，2003 年完成了《EPC 产品电子代码》课题的研究，出版了《条码与射频标签应用指南》一书。2003 年 12 月，由国家标准化管理委员会主办，中国物品编码中心牵头，全国物流信息管理标准化技术委员会承办，在北京举行了第一届中国 EPC 联席会。此次会议，统一了电子产品代码（EPC）和 EPC 网络的概念，协调了各方的关系，将 EPC 技术纳入标准化和规范化的管理，为 EPC 在我国的快速、有序的发展奠定了坚实的基础。从此，EPC 技术的研究纳入了标准化、规范化管理的范围，EPC 在中国的发展走向正轨。

2004 年 1 月，中国物品编码中心取得了国际物品编码协会的唯一授权，2004 年 4 月，EPC global china 在北京成立，其主要职责是：负责统一管理、统一注册、统一编码和统一组织，实施我国的 EPC 网络系统推广应用工作及相关标准化研究工作，EPC global china的成立从组织机构上保障了我国 EPC 网络事业整体的有效推进，保证了我国 EPC 网络在标准化管理方面的最终统一和高度一致。近年来，EPC global China 进一步加大了 EPC 工作，积极开展同国家相关部委之间的沟通，起草了 EPC 相关标准草案，加强了同国家无线电频率规划局就 UHF 频段的沟通与协作，积极筹建 AUTO－ID 测试中心，申报了国家 863 计划中的 RFID 重大专项，成功申请了欧盟项目 BRIDGE（利用 RFID 技术给全球环境提供解决方案），发展了 EPC 新会员，积极组织 EPC 成员参加 EPC global 标准工作组的工作，在国际国内各种论坛、学术期刊上介绍 EPC 技术，积极实施 EPC 的应用试点工作。

在 2009 年召开了传感物联网技术产业联盟筹备工作组成立大会，2009 年 8 月温家宝总理在无锡调研了物联网的发展并提出三点要求：一是把传感系统和 3G 中的 TD 技术结合起来；二是在国家重大科技专项中，加快推进传感网发展；三是迅速建立中国的传感信息中心，或者叫“感知中国”中心，位置定在无锡。江苏省已将“物联网”列入重点培育和发展的六大新兴产业之一。2010 年 1 月传感物联网技术产业联盟在无锡成立。

此外，中国移动将在无锡成立中国移动物联网研究院，重点开展 TD－SCDMA 与物联网融合的技术研究与应用开发；同时还将在无锡建设物联网数据中心，以支撑物联网相关业务的落地运营。双方将通过密切合作，广泛开展示范项目合作，在工业、农业、公共服务等各个领域开展形式多样的应用示范工程建设，包括环境监测、要地防入侵、智能交通、智能电网、智能家居等，由点到面，推动物联网产业链的健康成长，促进物联网产业的商业化和规模化发展。中国电信物联网技术重点实验室也在无锡市成立，标志着中国第一个“物联网城市”在无锡建成。

第 5 章　EPC 编码体系

5.1　EPC 标准

EPC 编码是 EPC 系统的重要组成部分，它是对实体及实体的相关信息进行代码化，通过统一并规范化的编码建立全球通用的信息交换语言。

EPC 编码是 EAN. UCC 在原有全球统一编码体系基础上提出的，它是新一代的全球统一标识的编码体系，是对现行编码体系的一个补充。

5.1.1　EPC 编码的两个标准

（1）EPC Gen1 标准

Gen1 标准是由 EPCglobal 的前身 Auto－IDCenter 制定的，EPC 的 Gen1 是第一代之意。它包括 Class0 协议和 Class1 协议，其中 Class0 协议下的标签是只读的，不可以写入；而 Class1 协议下的标签虽是可读写的，但是只能写一次，写完后就成为只读标签，这两种协议下的标签都不具有保密性。Class1 和 Class2 协议都是 EPC 的标准协议。

（2）EPC Gen2 标准

因 Gen1 标准存在许多问题，EPCglobal 在 Gen1 标准颁布不久便立即开始制定的新的标准协议 Gen2。Gen2 标准事实上是 EPCglobal 制定的 Class1UHF 频段射频识别空中接口的第二代标准。在 Gen2 协议下的标签可以重复读写，并且增加了保密性能。其标准和 ISO18000－6 类似。Auto－IDCenter 的目标是规范编码系统和网络构造，并且采用 ISO 协议作为空中接口标准。早期，EAN 和 UCC 致力于制订符合 ISO 的 UHF 协议的全球标签（GTAG）的标准。但是，Auto－IDCenter 反对这样做，原因在于 ISO 中的 UHF 协议过于复杂，并且导致电子标签的成本居高不下。

Auto－IDCenter 开始开发独自的 UHF 协议，最初计划制订一套适用于不同级别标签的协议。级别越高的标签更完善。结果却一直在调整计划。

最终，Auto－IDCenter 采用 Class0 和 Class1 的两种不同的协议，这意味着终端用户必须购买不同的阅读器来读取 Class1 和 Class0 的标签。

2003 年，Auto－IDCenter 的 EPC 技术因得到了 UCC 的认可，而开始与 EAN 组织进行合作，使 EPC 技术商业化。2003 年 11 月，EPCglobal 成立，Auto－IDCenter 将 Class0 和 Class1 协议转交 EPCglobal。后来 EPCglobal 通过会议批准 Class0 和 Class1 协议作为 EPC 标准。

Gen2 标准的获批对于 RFID 技术的应用和推广具有非常重要的意义，它为供应链应用中使用的超高频 RFID 提供了全球统一的标准，给物流行业带来了革命性的变革，推动了供应链管理和物流管理向智能化方向发展。表 5-1 列出了 Gen2 的特点与性能。

表 5-1　Gen2 的特点与性能

需　　求	Gen2 的特点	需　　求	Gen2 的特点
无线电管理条例	符合欧洲、北美和亚洲等地区规定	位掩码过滤	灵活选择命令
存储器存取控制	32 位存取口令，存储器锁定	可选用户存储器	厂家可选
快速识读速度	>1000 个标签/秒	低成本	可从多个供应商采购
密集型阅读器操作	密集型识读器操作模式	行业认证计划	EPCglobal 认证
"灭活" 安全	32 位 "灭活" 口令	认证产品	2005 年第二季度开始认证
存储器写入能力	>7 个标签/秒的写入速度		

Class0 和 Class1 协议有两个缺点，一是 Class0 和 Class1 协议互不兼容，与 ISO 更不兼容。二是它们不能做到全球通用。例如，Class0 发射信号时使用一种频率，而接收信号时用另一种不同频率，这与欧洲的标准不同。

2004 年，EPCglobal 开始着手第二代协议（Gen2）的开发，这个协议与 Gen1 不同，是要使 EPC 标准将更加接近 ISO 标准。2004 年 12 月，EPCglobal 又通过了 Gen2 标准。这样 Gen2 和 ISO 标准同时成为 RFID 产品厂家的标准。

Gen2 虽然接近了 ISO 标准，但是，关于 AFI 却与 ISO 不同。所有的 ISO 标准都有 AFI，这是一个 8 bit 的编码，用来识别标签源码，为了防止 EPCglobal 对标准的垄断。但是，生产商已经开始用 Gen2 标准来生产产品，这将在供应链中形成全球使用 Gen2 标准的趋势。

EPC 的 Gen2 标准将以 18000－6TypeC 的形式，于 2006 年 3 月得到 ISO 的批准认可，纳入 ISO 标准体系。

5.1.2　EPC 编码的原则

（1）唯一性

EPC 提供对实体对象的全球惟一标识，一个 EPC 代码只标识一个实体对象。为了确保实体对象的惟一标识的实现，EPCglobal 采取了以下措施：

1）足够的编码容量。EPC 编码冗余度见表 5-2。从世界人口总数（大约 60 亿）到大米总粒数（粗略估计 1×10^{16}亿亿粒），EPC 有足够大的地址空间来标识所有这些对象。

表 5-2　EPC 编码冗余度

比　特　数	惟一编码数	对　　象
23	6.0×10^{6}/年	汽车
29	5.6×10^{8}使用中	计算机
33	6.0×10^{9}	人口
34	2.0×10^{10}/年	剃刀刀片
54	1.3×10^{16}/年	大米粒数

2）组织保证。必须保证 EPC 编码分配的惟一性并寻求解决编码冲突的方法，EPCglobal 通过全球各国编码组织来负责分配各国的 EPC 代码，建立相应的管理制度。

3）使用周期。对一般实体对象，使用周期和实体对象的生命周期一致。对特殊的产品，

EPC 代码的使用周期是永久的。

（2）简单性

EPC 的编码既简单又能同时提供实体对象的惟一标识。以往的编码方案，很少能被全球各国各行业广泛采用，原因之一是编码的复杂导致不适用。

（3）可扩展性

EPC 编码留有备用空间，具有可扩展性。EPC 地址空间的是可发展的，具有足够的冗余，确保了 EPC 系统的升级和可持续发展。

（4）保密性与安全性

EPC 编码与安全和加密技术相结合，具有高度的保密性和安全性。保密性和安全性是配置高效网络的首要问题之一。安全的传输、存储和实现是 EPC 能否被广泛采用的基础。

5.2 EPC 编码的结构和类型

5.2.1 EPC 编码的结构特性

EPC 编码体系是新一代的与 GTIN 兼容的编码标准，它是全球统一标识系统的延伸和拓展，是全球统一标识系统的重要组成部分，是 EPC 系统的核心与关键。

EPC 代码是由标头、厂商识别代码、对象分类代码、序列号等数据字段组成的一组数字。具体结构如下表 5-3 所示。

表 5-3　EPC 编码结构

EPC 编码结构				
	标头	厂商识别代码	对象分类代码	序　列　号
EPC－96	8	28	24	36

注：本表摘自 EPCglobal China。

EPC 编码的特性如下：

（1）科学性

结构明确，易于使用、维护。

（2）兼容性

EPC 编码标准与目前广泛应用的 EAN. UCC 编码标准是兼容的，GTIN 是 EPC 编码结构中的重要组成部分，目前广泛使用的 GTIN、SSCC、GLN 等都可以顺利转换到 EPC 中去。

（3）全面性

可在生产、流通、存储、结算、跟踪、召回等供应链的各环节全面应用。

（4）合理性

由 EPCglobal、各国 EPC 管理机构（中国的管理机构称为 EPCglobal China）、被标识物品的管理者分段管理、共同维护、统一应用，具有合理性。

（5）国际性

不以具体国家、企业为核心，编码标准全球协商一致，具有国际性。

（6）无歧视性

编码采用全数字形式，不受地方色彩、语言、经济水平、政治观点的限制，是无歧视性

的编码。

起初，出于成本等因素的考虑，参与 EPC 测试所使用的编码标准采用的是 64 位数据结构，而当前最常用的 EPC 编码标准采用的是 96 位数据结构。

5.2.2 EPC 编码的结构

EPC 代码是新一代的与 EAN/UPC 码兼容的新的编码标准，在 EPC 系统中 EPC 编码与现行的 GTIN 相结合，因而 EPC 并不是取代现行的条码标准，而是由现行的条码标准逐渐过渡到 EPC 标准或者是在未来的供应链中 EPC 和 EAN. UCC 系统共存。

EPC 中码段的分配是由 EAN. UCC 来管理的。在我国，EAN. UCC 系统中 GTIN 编码是由中国物品编码中心负责分配和管理的。同样，ANCC 也已启动 EPC 服务来满足国内企业使用 EPC 的需求。

EPC 代码是由一个版本号加上另外三段数据（依次为域名管理者、对象分类、序列号）组成的一组数字。其中版本号标识 EPC 的版本号，它使得 EPC 随后的码段可以有不同的长度；域名管理是描述与此 EPC 相关的生产厂商的信息，例如“可口可乐公司”；对象分类记录产品精确类型的信息，或“美国生产的 330 ml 罐装减肥可乐（可口可乐的一种新产品）”，它们均为序列号惟一标识货品，它会精确的告诉我们所说的究竟是哪一罐 330 ml 罐装减肥可乐。（具体结构见表 5-4）

表 5-4　编码具体结构

		版本号	域名管理	对象分类	序列号
EPC－64	TYPE Ⅰ	2	21	17	24
	TYPE Ⅱ	2	15	13	34
	TYPE Ⅲ	2	26	13	23
EPC－96 EPC－256	TYPE Ⅰ	8	28	24	36
	TYPE Ⅰ	8	32	56	160
	TYPE Ⅱ	8	64	56	128
	TYPE Ⅲ	8	128	56	64

注：1. 表中的 epc－256Type Ⅰ 的序列号值根据计算原则应为 160。

2. 本表摘自 *AUTO－ID CENTER White Paper*。

下面根据表 2－3 分别介绍 EPC 编码的这四个部分。

（1） EPC 的头字段（EPC Header）

头字段标识 EPC 的版本号。设计者采用版本号标识了 EPC 的结构，其指出了 EPC 中编码的总位数和其他三部分中每部分的位数。上表中的三个 64 位的版本各有 2 位的版本号，而 96 位版本和三个 256 位的版本则各有 8 位的版本号。EPC 已定义的七个版本如表 2－3 所示。三个 64 位的 EPC 的版本号只有两位，即 01、10、11。为了和 64 位的 EPC 相区别，所有长度大于 64 位的 EPC 的版本号的最高两位须为 00，这样就定义了所有 96 位的 EPC 版本号开始的位序列是 001。同样，所有长度大于 96 位的 EPC 的版本号的前三位是 000。同理，定义所有的 256 位 EPC 开始的位序列是 00001。已定义的各类 EPC 版本号详细情况见表 5-5。

表 5-5　EPC 版本号详细情况

EPC 版本		值（二进制）	值（十六进制）
EPC－64	type Ⅰ	01	1
	type Ⅱ	10	2
	type Ⅲ	11	3
	expansion	NA	NA
EPC－96	type Ⅰ	0010 0001	21
	expansion	0010 0000	20
EPC－256	type Ⅰ	0000 1001	09
	type Ⅱ	0000 1010	0A
	type Ⅲ	0000 1011	0B
	expansion 0000 1000	08	
保留区		0000 0000	00

（2）EPC 管理者（EPC Manager）

不同版本的 EPC 管理者编码因为长度的可变性，使得更短的 EPC 管理者编号变得更为宝贵。EPC－64II 型有最短的 EPC 管理者部分，它只有 15 位。因此，只有 EPC 管理者编号小于 215 =32768 的才可以由该 EPC 版本表示。出于特殊考虑 0 和 167 842 659（十进制）两个 EPC 管理者编号已经留做备用。零（0）已经分配给 MIT。因此 MIT 控制着包括零（0）的 EPC 管理者编号在内的所有产品电子码的分配；167 842 659（十进制）已经留做私人使用。私人使用 EPC 管理者编号需要避免产品电子码的预先使用模式。有需要使用产品电子码来识别自己的私有物品的个人和组织，他们可以使用任何便利的产品电子码而无需在全球对象名解析系统中进行注册。

（3）对象分类（Object Class）

对象分类部分用于一个产品电子码的分类编号，标识厂家的产品种类。对于拥有特殊对象分类编号者来说，对象分类编号的分配没有限制，但是 AUTO－ID 中心建议第 0 号对象分类编号不要作为产品电子码的一部分来使用。

（4）序列号（Serial Number）

序列号部分用于产品电子码的序列号编码。此编码只是简单的填补序列号值的二进制 0。一个对象分类编号的拥有者对其序列号的分配没有限制，但是 AUTO－ID 中心建议第 0 号序列号不要作为产品电子码的一部分来使用。

5.2.3　EPC 编码的类型

目前，EPC 代码有 64 位、96 位和 256 位 3 种。为了保证所有物品都有一个 EPC 代码并使其载体——标签成本尽可能降低，建议采用 96 位，这样其数目可以为 2.68 亿个公司提供惟一标识，每个生产厂商可以有 1600 万个对象种类并且每个对象种类可以有 680 亿个序列号，这对未来世界所有产品已经非常够用了。

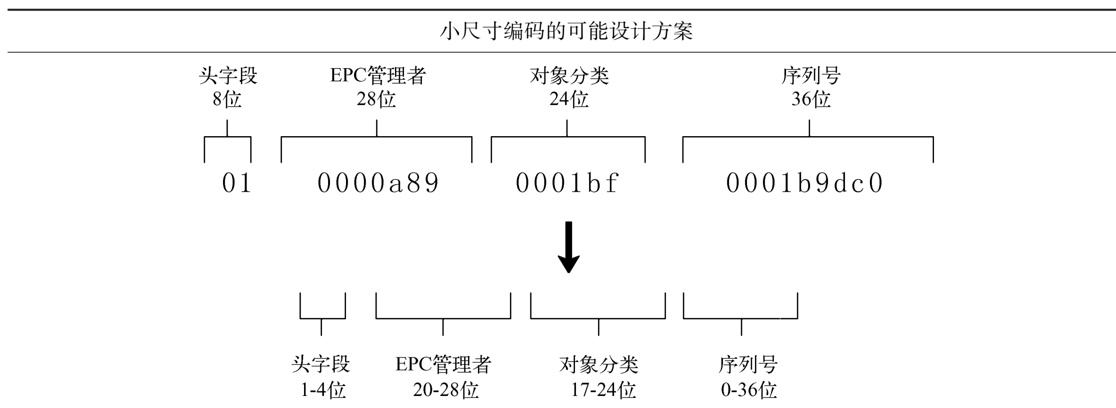
鉴于当前不用那么多序列号，所以只采用 64 位 EPC，这样会进一步降低标签成本。但是随着 EPC－64 和 EPC－96 版本的不断发展使得 EPC 代码作为一种世界通用的标识方案已

经不足以长期使用，所以出现了 256 位编码。至今已经推出 EPC－96 Ⅰ型，EPC－64 Ⅰ型、Ⅱ型、Ⅲ型，EPC－256 Ⅰ型、Ⅱ型、Ⅲ型等编码方案。

与 96 位编码相兼容的缩短位数的物品标志码可能设计方案，见表 5-6。

表 5-6　96 位编码标志码

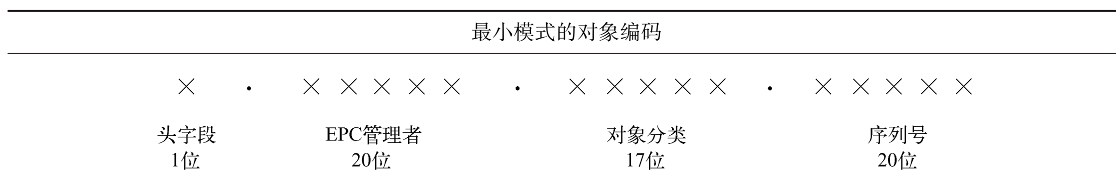
小尺寸编码的可能设计方案



其中最小模式是 58 位编码，有一位头字段编码，20 位管理者编码，17 位对象分类编码和 20 位序列号编码，见表 5-7。

表 5-7　58 位编码结构

最小模式的对象编码



下面重点介绍 EPC－64 和 EPC－96。

（1）EPC－64 码

目前研制出了三种类型的 64 位 EPC 代码。

1）EPC－64 Ⅰ型

如下表 5-8 所示，该 64 位产品电子码包含最小的标志码。比起 58 位编码来说，需要考虑如何分配剩余的 6 位码的问题。因为较小编码首要考虑的问题是如何节约位数，对于位数的分配，数据分区比头字段部分有较高的优先级。头字段部分增加一位，这就允许 3 种数据分区，这样可以覆盖更广泛的工业需求。剩余的第四种数据分区留待扩展。

20 位的管理者分区仅仅满足 100 万个公司——这仅仅适合 EAN. UCC 现有的成员公司的使用，增加一位就会允许 200 万个组使用该 EPC－64 代码。

对象分类分区可以容纳 131072 个库存单元——远远超过 UPC 所能提供的单元数，这样就可以满足绝大多数公司的需求。

58 位编码的序列号分区仅仅提供 100 万单品，不足以满足很多公司的需求，把剩余的四位都分配给这部分，序列号增加到 24 位，这样就可以为 1600 万单品提供空间。

综上所述，Ⅰ型 EPC－64 编码提供 2 位的头字段编码，21 位的管理者号，17 位的对象分类和 24 位序列号。表 5-8 为 EPC－64 Ⅰ型产品电子标志码。

表 5-8　EPC－64 Ⅰ型产品电子码标志码

EPC－64 Ⅰ型			
1·	××××××·	××××× ·	××××××
版本号 2位	EPC域名管理 21位	对象分类 17位	序列号 24位

2）EPC－64Ⅱ型

除了Ⅰ型 EPC－64，还可采用其他方案来适合更大范围的公司、产品和序列号的要求。建议采用 EPC－64Ⅱ（见表 5-9）来适合众多产品以及价格反应敏感的消费品生产者。

那些产品数量超过两万亿并且想要申请惟一产品标识的企业，可以采用方案 EPC－64Ⅱ。采用 34 位的序列号，最多可以标识 17179869184 件不同产品。与 13 位对象分类区结合（允许多达 8192 库存单元），每一个工厂可以为 140737488355328 或者超过 140 万亿不同的单品编号。这远远超过了世界上最大的消费品生产商的生产能力。

表 5-9　EPC－64 Ⅱ型产品电子码标志码

EPC－64Ⅱ型			
2 ·	×××× ·	×××× ·	××××××××××
版本号 2位	EPC域名管理 15位	对象分类 13位	序列号 34位

3）EPC－64Ⅲ型

除了一些大公司和正在应用 UCC. EAN 编码标准的公司外，为了推动 EPC 应用过程，打算将 EPC 扩展到更加广泛的组织和行业。希望通过扩展分区模式来满足小公司，服务行业和组织的应用。因此，除了扩展单品编码的数量，就像第二种 EPC－64 那样，也会增加可以应用的公司数量来满足要求。

通过把管理者分区增加到 26 位（见表 5-10 EPC－64Ⅲ型），可以提供多达 67108864 个公司来采用 64 位 EPC 编码。6 千 7 百万个号码已经超出世界公司的总数，因此现在已经足够用的了。我们希望更多公司采用 EPC 编码体系。

采用 13 位对象分类分区，这样可以为 8192 种不同种类的物品提供空间。序列号分区采用 23 位编码，可以为超过 8 百万种的商品提供空间。因此对于这 6 千 7 百万个公司，每个公司允许超过 680 亿的不同产品采用此方案进行编码。

表 5-10　EPC－64 Ⅲ型产品电子码标志码

EPC－64Ⅲ			
3 ·	××××××× ·	×××× ·	××××××
版本号 2位	EPC域名管理 28位	对象分类 13位	序列号 23位

（2）EPC－96 码

EPC－96Ⅰ型的设计目的是成为一个公开的物品标识代码。它的应用类似于目前的统一

产品代码（UPC），或者 UCC. EAN 的运输集装箱代码，见表 5-11。

表 5-11　EPC－96 Ⅰ型产品电子码标志码

EPC－96 Ⅰ			
01 ·	0000A89 ·	00016F ·	000169DC0
版本号 8位	域名管理 28位	对象分类 24位	序列号 38位

如上表所示，域名管理负责在其范围内维护对象分类代码和序列号。域名管理必须保证对 ONS（域名解析服务）可靠的操作，并负责维护和公布相关的产品信息。域名管理的区域占据 28 个数据位，允许大约 2. 68 亿家制造商。这超出了 UPC－12 的 10 万个和 EAN－13 的 100 万个的制造商容量。

对象分类字段在 EPC－96 代码中占 24 位。对象分类主要指产品包装或最小存货单位（SKU），这也需要许多位数据。对象分类记录产品精确类型的信息。因为每个管理者都允许拥有 1600 万个对象分类，这个字段能容纳当前所有的 UPC（商品统一代码）库存单元的编码。

序列号字段则是单一货品识别的编码。EPC－96 序列号对所有的同类对象提供 36 位的惟一辨识号。与产品代码相结合，该字段将为每个制造商提供 1. 1 ×1028 个惟一的项目编号——超出了当前所有已标识产品的总容量。

（3）EPC－256 码

EPC－96 和 EPC－64 码是作为物理实体标识符的短期使用而设计的。在原有表示方式的限制下，EPC－64 和 EPC－96 码版本的不断发展使得 EPC 代码作为一种世界通用的标识方案已经不足以长期使用。更长的 EPC 代码表示方式一直以来就广受期待并酝酿已久。EPC－256 就是在这种情况下应运而生的。

256 位 EPC 码是为满足未来使用 EPC 代码的应用需求而设计的。因为未来应用的具体要求目前还无法准确的知道，所以 256 位 EPC 版本必须可以扩展，以便不受未来实际应用的限制，多个版本就提供了这种可扩展性。

5. 3　EPC 编码策略

EPC 的目标是提供对物理世界对象的唯一标识。它通过计算机网络来标识和访问单个物体，就如在互联网中使用 IP 地址来标识、组织和通信一样。下面具体分析这种物品命名方案，并介绍 EPC 的设计策略。

（1）唯一标识（Unique Identification）

与当前广泛使用的 UPC 代码不同的是，EPC 提供对物理对象的唯一标识。换句话说，一个 EPC 编码分配给一个且仅一个物品使用。这种情况产生的直接结果是：

首先，必须有足够的 EPC 编码来满足过去、现在和将来对物品标识的需要。这样就必须考虑所有物理对象的数量，具体字节的分配情况见表 5-12。从世界人口总数（大约 60 亿）到大米总粒数（粗略估计 1×10^{16}亿亿粒），EPC 必须有足够大的地址空间来标识所有这些对象。

表 5-12　EPC 编码字节分配情况

比　特　数	唯一编码数	对　　象
23	6.0×10^6/年	汽车
29	5.6×10^8使用中	计算机
33	6.0×10^9	人口
34	2.0×10^{10}/年	剃刀刀片
54	1.3×10^{16}/年	大米粒数

其次，必须保证 EPC 编码分配的唯一性并寻求解决编码冲突的方法。这就产生了由谁或什么组织负责 EPC 编码的分配问题。也就是说，由多个管理者分别管理 EPC 空间的一部分。除了组织管理和立法机关的管理之外，EPC 命名空间的创建和管理可以借助于自动化软件。

(2) 生产商及其产品 (Manufactures and Product)

UCC 拥有接近 100 万个会员，这些会员中的大多数是较大的公司，其产品往往需要 UPC 编码。当将那些较小的公司、服务机构和私人企业考虑在内时，会有更多的成员。实际上，目前世界上的公司估计超过 2500 万家。而接下来的 10 年这个数目有望达到 3900 万家。显然需要建立一套标准的与这些预见一致的编码系统。每个公司都有一系列的产品和服务，需要考虑的一个问题是一个公司具体管理着多少不同类型的产品。虽然有些公司——尤其是服装行业的产品种类达 10 万种之多，但大多数公司产品比较单一。产品数量的范围变化很大，如表 5-13 所示。值得注意的一点是任何一个组织的产品类型均不超过 10 万种（据 EAN 成员组织调查）。此外，需要考虑很多更小的公司，它们不是任何标准组织的成员，这个数目就更小了。

表 5-13　产品数量范围变化表

领　　域	中　　值	范　　围
新兴市场经济	37	0~8，500
新兴工业经济	217	1~83，400
先进的工业国家	1080	0~100，000

(3) 集装箱 (Containers)

传统上，货品、集装箱和托盘都要按照不同的编码结构进行编码。在建议的 EPC 体系结构中，无需为这些容器使用不同的编码方法。容器内的货品记录和货运数据存储在计算机网络中并自动与容器建立联系。更进一步，运输集装箱的卡车、货车车厢、船舶或仓库也可能作为单个物品并使用相同格式的 EPC 编码。

上面的 EPC 层级图（图 5-1）描绘了物品货运的情形，这个层级会随着时间的推移而改变。

(4) 组合装置 (Assemblies, Aggregates and Collections)

EPC 除了标识单个对象，还可以标识组合装置等，AUTO-ID 中心建议用 EPC 标识装配件和组合装置及单个货品。这样，就可以采用描述货运数据的方式来描述组合装置。传统上，组合装置被认为是复杂的，连接着很多元器件。实际上，集装箱和组合装置之间没有实质的差

别。无论哪种情况，集装箱和组合装置的拓扑结构都有如图 5-1 所描绘的层级结构。

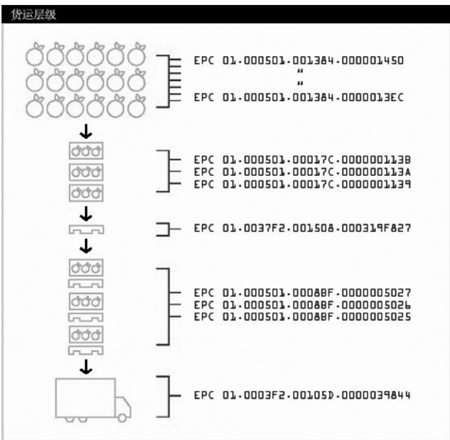


图 5-1　EPC 层级图

（5）嵌入信息（Embedded Information）

是否在 EPC 中嵌入信息，一直颇有争议。当前的编码标准，如 UCC/EAN－128 应用标识符（AI）的结构中就包含数据。这些信息可以包括如货品重量、尺寸、有效期、目的地等。AUTO－ID 中心建议消除或最小化 EPC 编码中嵌入的信息量。其基本思想是利用现有的计算机网络和当前的信息资源来存储数据，这样 EPC 便成了一个信息引用者。这需要最小信息量，当然也需要和实际要求相平衡，如易于使用、与系统兼容等。

无论 EPC 中是否存储信息，AUTO－ID 中心的目标是用它来标识物理对象。按照这一方针，给出 EPC 的定义：EPC 是唯一标识贸易项的编码方案的一部分。因此在设计中，将着重介绍标识物理对象所需的数据。

（6）分类（Categorization）

将具有共同特征的对象进行分类或分组是智能系统最基本的性能之一，也是减少数据复杂性的主要方法。发展一门有效的分类学是件艰巨的任务，因为它紧密依赖于观察者的观点。例如，一罐颜料在制造商那里可能被当成库存资产，在运输商那里可能是“可堆叠的容器”，而回收商则可能认为它是有毒废品。在各个领域，分类是具有相同特点物品的集合，而不是物品的固有属性。因此，AUTO－ID 中心主张在产品电子代码中取消或者最小化分类信息。虽然分类仍然是重要的行为，但他们主张将这种功能移植到网络上。进一步说就是，采用能够进行基本数据采集和将物品还原为其固有属性的高水平软件。

（7）参考信息（Information Reference）

产品电子代码的首要作用是作为网络信息的参考。换句话说，EPC 本质上是在线数据的“指示器”。使用 Internet 的一个普遍参考就是统一资源标识符（URI），它包括以前的统一资源定位符（URL）和统一资源名称（URN）。这些标识符都被域名服务（DNS）翻译为相关的网络协议（IP）地址，这些地址就是网络信息的地址。

同样，AUTO－ID 中心提供的对象名称解析服务（ONS）直接将 EPC 代码翻译成 IP 地址。IP 地址标识的后台就储存了相关的产品信息，然后由 IP 地址标识的主机发送存储产品的相关信息。ONS 本质上相当于 EPC 编码和网络信息之间的“胶水”。因此编码的结构应

能促进主机地址的查找，并且通过对象“黄页”来提高查找效率。

（8）头字段（HEADER）

通过头字段码将信息包含到 EPC 中，即对并发数据的类型和结构进行编码。既然头字段码并不携带对象标识过程的信息也没有嵌入物品信息，它应该是最小化的了，然而其代价是编码需求能力的降低。本质上头字段码是被嵌入其结构中的 EPC 编码的版本号，必须最低限度满足更新要求。

（9）简单性（Simplicity）

过去曾经设计了很多标准和命名方案，但是很少能被广泛采用。导致这个问题的原因之一是其复杂性，越难的方案就需要越长的学习时间，而且必须与用户的利益平衡。因此 EPC 要尽可能简单并且能够同时提供对象的唯一标识。

（10）人机交互（Human Interaction）

除了简单性，很多编码系统是专为人机交互而设计的。为了便于记忆，很多编码尤其是车牌号码和电话号码包括很少几个分区（通常 7 位或更短），每个分区有很少几个号码。这些编码是专为快速识别和简单采集而设计的。其他一些编码，如 IP 地址是为了分配给机器使用，但其表示法是为了人工识读。虽然不是为了便于记忆，但 IP 地址使用点号隔开比较容易书写及手动输入。在 EPC 编码的设计中，直接的人机交互是不重要的，可读性和 UPC 编码及 IP 地址一样是必要的，但人工采集便不需要了。因此，EPC 编码应该有一种简单而一致的表示法，较易转录、口述和手动键入。

（11）可扩展性（Extensibility）

发展一种全球性标准的难点之一是预计所有可能的应用。对于将来没有完全确定的预见，AUTO－ID 中心提供了一种简单的扩展方法。他们提议与其提供完整的规范，不如只做初步的设计，而将 EPC 地址空间的主体留作将来使用。

（12）媒介（Media）

EPC 要存储到某些类型的物理媒介上，例如条码、电子存储器或打印的字符。通过编码的电磁波进行传输。对所有的媒介来讲，存储和传输成本与数据量成正比。因为 AUTO－ID 中心希望 EPC 能被广泛采用——在数万亿的贸易项标签中使用，所以媒介必须最大可能降低成本。为此 EPC 必须尽可能的减小尺寸以降低成本和复杂性。

（13）数据传输机制（Data Transmission Mechanisms）

在 UPC 编码中，作为编码结构的一部分，设一位校验位以保证数据在标签和扫描器之间传输时正确有效。校验位、起始位、结束位和握手协议是数据通信中保证正确有效的常用方法。这些机制随数据传输方法和可靠性的变化而变化。与其在 EPC 中嵌入数据传输机制，不如在通信协议中对编码进行耦合。所有这些技术都是应用于 EPC 数据的传输过程，而不是它的一部分。依靠这种方法能够将对象标识策略与数据传输方法分离开来。

（14）保密性与安全性（Privacy and Security）

通过同样的方法可以将数据内容从传输方法中分离出来，即根据安全和加密技术对 EPC 定义进行耦合。保密性和安全性是配置高效网络的首要问题。安全的传输、存储和实现是 EPC 能否被广泛采用的基础。AUTO－ID 中心认为与其使用专门的加密技术，不如将 EPC 仅仅看作是一种简单的命名和标识对象的方法。

5.4 EPC 编码实现

EPC 射频识别系统是实现 EPC 代码自动采集的功能模块，主要由射频标签和射频阅读器组成。射频标签是产品电子代码（EPC）的物理载体，附着于可跟踪的物品上，可全球流通并对其进行识别和读写。射频阅读器与信息系统相连，是读取标签中的 EPC 代码并将其输入网络信息系统的设备。EPC 系统射频标签与射频阅读器之间利用无线感应方式进行信息交换，具有以下特点：

1）非接触识别；

2）可以识别快速移动物品；

3）可同时识别多个物品等。

EPC 射频识别系统为数据采集最大限度地降低了人工干预，实现了完全自动化，是“物联网”形成的重要环节。

5.4.1 EPC 标签（e – Tag）

（1）EPC 标签基本构造及原理

EPC 标签由天线、集成电路、连接集成电路与天线的部分、天线所在的底层四部分构成。96 位或者 64 位产品电子码是存储在 RFID 标签中的唯一信息。EPC 标签有主动型、被动型和半主动型三种类型。主动型 RFID 标签有一个电池，这个电池为微芯片的电路运转提供能量，并向解读器发送信号（同蜂窝电话传送信号到基站的原理相同）；被动型标签没有电池，它从阅读器获得电能。阅读器发送电磁波，在标签的天线中形成了电流；半主动型标签用一个电池为微芯片的运转提供电能，但是发送信号和接受信号时却是从阅读器处获得能量。主动和半主动标签在追踪高价值商品时非常有用，因为它们可以远距离的扫描，扫描距离可以达到 100 英尺，但这种标签每个成本要 1 美元或更多，这使得它不适合应用于低成本的商品上。Auto – ID 中心正在致力研发被动标签，虽然其扫描距离不像主动型标签那么远（通常少于 10 英尺），但它们比主动标签便宜得多，目前成本已经降至 5 美分左右，而且不需要维护。

（2）降低 EPC 标签成本的举措

EPC 标签的高成本成为这一技术大规模推广的一个最大障碍，因此 EPC 标签能在单品追踪中发挥作用的关键之一就是大幅度降低标签的成本，为达到以上目的，现已采取了以下措施：

1）缩小芯片。降低被动和只读标签成本的关键是减小所用微芯片的大小。8 英寸硅晶片的价格相对稳定，把晶片切割成小片，每一小片价格会较低。目前，大部分晶片是用金刚石锯切开的，这个方法可以产生最多 15000 块微芯片，大小为 1 mm^2。另有一种方法叫做蚀割，它能产生最多 25 万块芯片，每块芯片约 150 mm^2，大概是人的头发宽度的三倍。蚀割就是将酸性液体倒在晶片上，然后腐蚀割开晶片。

2）开发新型天线。另一个构造低成本标签的关键是降低天线成本。Auto – ID 中心的一位赞助商 Rafsec，正在开发一种新型的天线，它将被用来加在 Alien 芯片上制作标签。目前，大多数 RFID 天线是利用酸去除铜和铝这类导体中的元素，再锻造成型制成的。Rafsec

是全球最大的打印纸生产商之一的芬兰 PM - Kymmenc 公司的附属公司，它已经开创了高速电镀技术，天线使用导电墨水绘制，然后将一层金属印在它的顶部。利用这项技术，Rafsec 在大批量生产天线的情况下，可以将天线成本控制在 1 美分左右，与用现有技术生产的普通天线的 5 ~ 15 美分的成本形成鲜明对比。另外，还有其他生产低成本天线的创新性方法正由 Auto - ID 中心的其他支持者开发。

3）寻找硅的替代品。有几家独立于 Auto - ID 中心的公司正在研究利用硅的廉价替代品生产 EPC 标签的技术，甚至是纯粹利用磁性的“无芯片标签”。这种努力很可能成功，Auto - ID 中心也非常支持它们并憧憬一个包罗万象的世界，在这里，任何标签，只要使用正确的语言，满足基本的性能要求，无论硅或其他材料制作的，都能够与任何解读器交流信息。

5.4.2 阅读器

阅读器是用来识别 EPC 标签的电子装置，与信息系统相连实现数据的交换。阅读器使用多种方式与 EPC 标签交换信息，近距离读取被动标签最常用的方法是电感耦合方式。只要靠近，阅读器的天线与标签的天线之间就形成了一个磁场。标签就利用这个磁场发送电磁波给阅读器，返回的电磁波被转换为数据信息，也就是标签中包含的 EPC 代码。

阅读器的基本任务就是激活标签，与标签建立通信并且在应用软件和标签之间传送数据。EPC 阅读器和网络之间不需要 PC 作为过渡，所有的阅读器之间的数据交换直接可以通过一个对等的网络服务器进行。

阅读器的软件提供了网络连接能力，包括 Web 设置、动态更新、TCP/IP 阅读器界面、内建兼容 SQL 的数据库引擎。

当前 EPC 系统尚处于测试阶段，EPC 阅读器技术也还在发展完善之中。Auto - ID Labs 提出的 EPC 阅读器工作频率为 860 ~ 960 MHz。

第 6 章　EPC 系统网络技术

信息网络系统由本地网络和全球互联网组成，是实现信息管理、信息流通的功能模块。EPC 系统的信息网络系统是在全球互联网的基础上，通过 EPC 中间件（本章主要讲 SAVANT 管理软件系统）以及对象命名解析服务（ONS）和实体标记语言（PML）实现全球“实物互联”。

6.1　中间件

6.1.1　中间件的定义

中间件是基础软件的一大类，属于可复用软件的范畴。中间件处于操作系统软件与用户的应用软件的中间。

在中间件产生以前应用软件直接使用操作系统、网络协议和数据库等开发，这些都是计算机最底层的东西，越底层越复杂，开发者不得不面临许多很棘手的问题，如操作系统的多样性，繁杂的网络程序设计、管理，复杂多变的网络环境，以及数据分散处理带来的不一致问题、性能和效率、安全等。这些与用户的业务没有直接关系，但又必须解决，并要耗费大量的时间和精力。于是，有人提出将应用软件所要面临的共性问题进行提炼、抽取，在操作系统之上在形成一个可复用的部分，供成千上万的应用软件重复使用。这一技术思想最终构成了中间件这类的软件。

EPC 中间件是用来加工和处理来自阅读器的所有信息和事件流的软件，是连接阅读器和企业应用的纽带。EPC 中间件是物联网的神经系统，是一种企业通用管理 EPC 数据的架构。它可以安装在商店、本地配送中心、区域甚至全国数据中心，以实现对数据的捕获、监控和传送。这种分布式结构可以简化物联网的管理，提高运行效率。图 6-1 描述了 EPC 中间件组件与其他应用程序的通信。

6.1.2　EPC 中间件的功能

中间件负责管理阅读器和应用软件之间的数据流，使不同的应用软件可以共享数据，为应用软件提升数据的接口（API）的性能，还可以让用户更加方便和容易地应用 RFID 技术，并使这项技术融入到各种业务应用中。

6.1.3　EPC 中间件的作用

中间件的作用是为处于自己上层的应用软件提供运行和开发的环境，帮助用户灵活、高效地开发和集成复杂的应用软件。

EPC 中间件的作用是对标签数据进行过滤、分组和计数，以减少网络系统所发信息的数据量，并防止错误识读、漏读和多读信息。

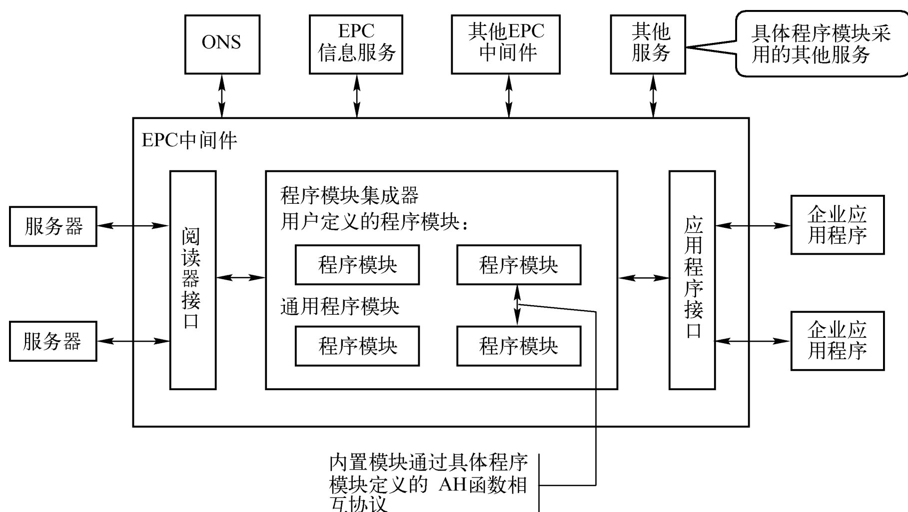


图 6-1　EPC 中间件组件与其他应用程序通信

6.1.4　EPC 系统的 Savant 中间件技术

当每件产品都加上 RFID 标签之后，在产品的生产、运输和销售过程中，阅读器将不断收到一连串的产品电子编码。整个过程中最为重要、同时也是最困难的环节就是传送和管理这些数据。于是自动识别产品技术中心开发了一种名为 Savant 的软件，相当于该新式网络的神经系统。

（1）分布式结构

Savant 与大多数的企业管理软件不同，它不是一个拱形结构的应用程序，而是利用了一个分布式的结构，层次化组织、管理数据流。Savant 将被利用在商店、分销中心、地区办公室、工厂，甚至有可能在卡车或货运飞机上应用。每一个层次上的 Savant 系统将收集、存储和处理信息，并与其他的 Savant 系统进行交流。例如，一个运行在商店里的 Savant 系统可能要通知分销中心还需要更多的产品，在分销中心运行的 Savant 系统可能会通知商店的 Savant 系统一批货物已于一个具体的时间出货了。Savant 系统需要完成的主要任务是数据校对、阅读器协调、数据传送、数据存储和任务管理。

（2）数据校对

处在网络边缘的 Savant 系统，直接与阅读器进行信息交流，它们会进行数据校对。并非每个标签每次都会被读到，而且有时一个标签的信息可能被误读，Savant 系统能够利用算法校正这些错误。

（3）阅读器协调

如果从两个有重叠区域的阅读器读取信号，它们可能读取了同一个标签的信息，产生了相同且多余的产品电子码。Savant 的一个任务就是分析已读取的信息并且删掉这些冗余的产品编码。

（4）数据传送

在每一层次上，Savant 系统必须要决定什么样的信息需要在供应链上向上传递或向下传递。例如，冷藏工厂的 Savant 系统可能只需要传送它所储存的商品的温度信息就可以了。

（5）数据存储

现有的数据库不具备在一秒钟内处理超过几百条事务的能力，因此 Savant 系统的另一个任务就是维护实时存储事件数据库（RIED）。本质上讲，系统取得实时产生的产品电子码并且智能地将数据存储，以便其他企业管理的应用程序有权访问这些信息，并保证数据库不会超负荷运转。

（6）任务管理

无论 Savant 系统在层次结构中所处的等级是什么，所有的 Savant 系统都有一套独具特色的任务管理系统（TMS），这个系统使得他们可以实现用户自定义的任务来进行数据管理和数据监控。例如，一个商店中的 Savant 系统可以通过编写程序实现一些功能，当货架上的产品降低到一定水平时，会给储藏室管理员发出警报。

6.2 ONS 工作原理

对象名称解析服务（ONS）是一个自动的网络服务系统，类似于域名解析服务（DNS），ONS 给 EPC 中间件指明了存储产品相关信息的服务器。

ONS 服务是联系 EPC 中间件和 EPC 信息服务的网络枢纽，并且 ONS 设计与架构都以因特网域名解析服务 DNS 为基础，因此，可以使整个 EPC 网络以因特网为依托，迅速架构并顺利延伸到世界各地。

6.2.1 对象名称解析服务的作用

作为 EPC 物联网组成技术的重要一环，EPC 信息发现服务包括对象命名服务 ONS（Object Naming Service）以及配套服务。其作用就是通过电子产品码，获取 EPC 数据访问通道信息。

作为 EPC 信息发现服务中的最重要组成部分，域名解析服务（ONS），存储提供 EPC 信息服务的地址信息，主键是电子产品码。另外，其记录存储是授权的，只有电子产品码的拥有者可以对其进行更新、添加、删除等操作。

从图 6-2 可以看出，单个企业维护的本地 ONS 服务器包括两部分功能：一是实现与产品对应的 EPC 信息服务地址信息的存储；二是提供与外界交换信息的服务，并通过根 ONS 服务器进行级联，组成 ONS 网络体系。这一网络体系主要完成以下两种功能：一是企业内部的本地 ONS 服务器实现其地址映射信息的存储，并向根 ONS 服务器报告该信息并获取网络查询结果。二是在这个物联网内，基于电子产品码实现 EPC 信息查询定位功能。

当前 ONS 服务提供以下两类服务：

1）静态 ONS 服务，通过电子产品码查询供应商提供的该类商品的静态信息；

2）动态 ONS 服务，通过电子产品码查询该类商品的更确切信息，譬如在供应链中经过的各个环节上的信息。

6.2.2 对象命名服务的技术原理

对象命名服务的技术实现采用了域名解析服务（DNS）的实现原理。大家知道，域名解析服务对客户端来说，基本上就是一个黑盒子，通过 DNS 提供的简单 API，获取其 MX 地址

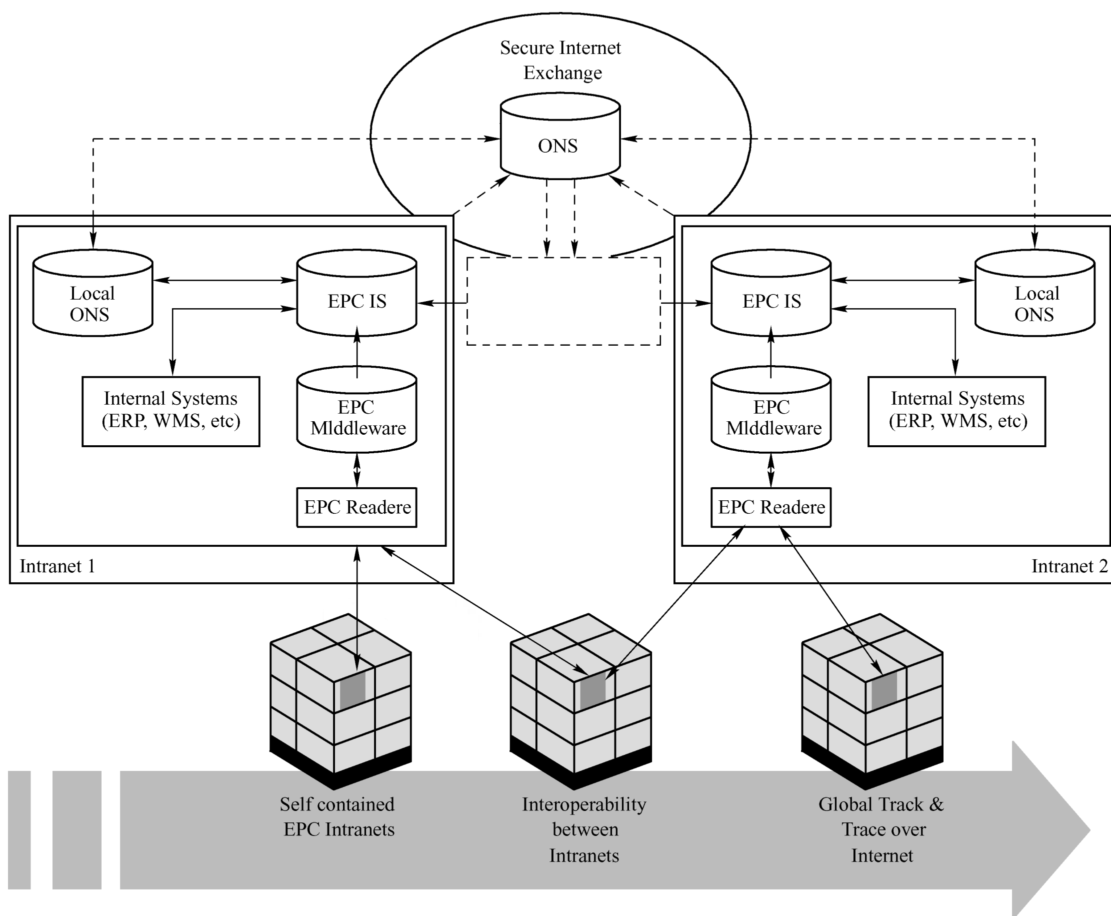


图 6-2　物联网架构示意图

解析信息，而无须关心 DNS 的具体实现。但实际上，DNS 的实现需要提供一个足够健壮的架构，满足其对扩展性、安全性和正确性的要求。其实现是分层管理、分级分配的。

由于 ONS 系统主要处理电子产品码与对应的 EPCIS 信息服务器 PML 地址的映射管理和查询，而电子产品码的编码技术采用了遵循 EAN－USS 的 SGTIN 格式和域名分配方式很相似，因此完全可以借鉴互联网络中已经很成熟的域名解析服务（DNS）的技术思想，并利用 DNS 构架实现 ONS 服务。

EPCglobal 提供的电子产品码由过滤位、公司索引位、产品索引位和产品序列号组成。基于公司索引位，确定具体的公司 EPCIS 信息服务器地址信息。其 ONS 记录格式如下表 6-1 所示。

表 6-1　ONS 记录格式

Order	Pref	Flags	Service	Regexp	Replacement
0	0	u	EPC + epcis	！＊·$ http：//example. com/cgi－bin/epcis！	.（a period）

当前，ONS 记录分为几类，对应于提供的不同服务种类如下：

1）EPC + ws，定位 WSDL 的地址，然后基于获取的 WSDL，访问产品信息；

2）EPC + epcis，定位 EPCIS 服务器的地址，然后访问其产品信息；

3）EPC + html，定位报名产品信息的网页；

4）EPC + xmlrpc，在 EPCIS 等服务由第三方进行托管时，使用该格式作为路由网管访问其产品信息。

6.2.3 对象命名服务的实现架构

图 6-3 描述了如何基于 EPC 电子产品码，搜索其产品信息的参考实现。

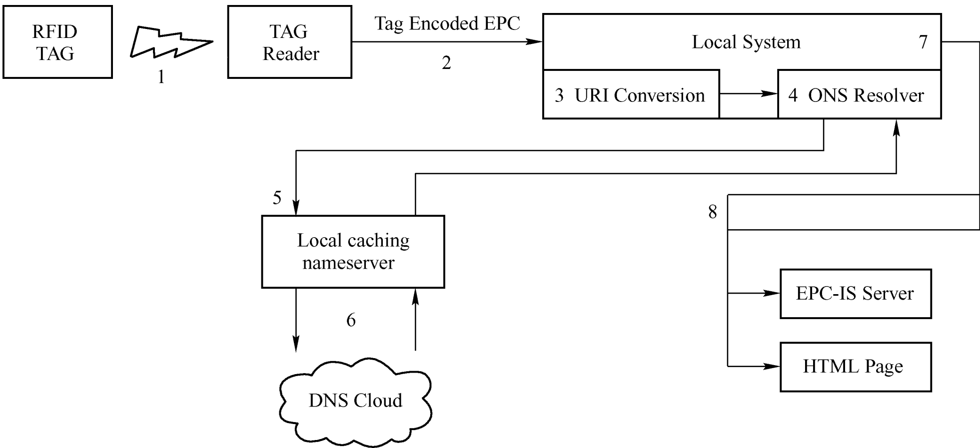


图 6-3　ONS 技术结构图

其查询过程如下：

1）RFID 阅读器从一个 EPC 标签上读取一个电子产品码；

2）RFID 阅读器将这个电子产品码送到本地服务器；

3）本地服务器对电子产品码进行相应的 URI 格式转换，发送到本地的 ONS 解析器；

4）本地 ONS 解析器把 URI 转换成 DNS 域名格式；

5）本地 ONS 解析器基于 DNS 域名访问本地的 ONS 服务器（缓存 ONS 记录信息），如发现其相关 ONS 记录，直接返回 DNS NAPTR 记录；否则转发给上级 ONS 服务器（DNS 服务基础架构）；

6）DNS 服务基础架构基于 DNS 域名返回给本地 ONS 解析器一条或多条对应的 DNS NAPTR 记录，其格式如图 6-4 所示；

7）本地 ONS 解析器基于这些 ONS 记录，解析获得相关的产品信息访问通道；

8）本地服务器基于这些访问通道，访问相应的 EPCIS 服务器或产品信息网页。

ONS 实现架构主要包括两个组成部分：

ONS 服务器网络，分层管理 ONS 记录，同时，负责对提出的 ONS 记录查询请求进行响应；

ONS 解析器，完成电子产品码到 DNS 域名格式的转换，以及解析 DNS NAPTR 记录，获取相关的产品信息访问通道。

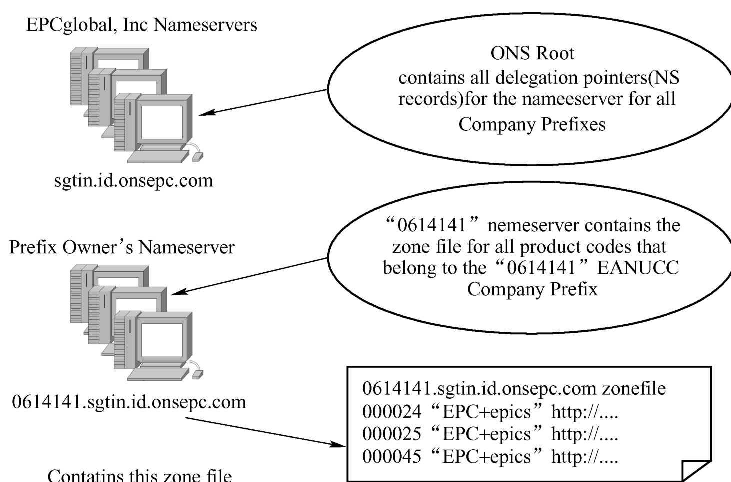


图 6-4　ONS 服务对电子产品码的分级解析机制

6.2.4　对象命名服务的应用前景

作为快速、实时、准确采集与处理信息的高新技术和信息标准化的基础，RFID 已经被世界公认为本世纪十大重要技术之一，在生产、零售、物流、交通等各个行业有着广阔的应用前景。目前，国际上存在五个与 RFID 相关的标准制定组织，其中，EPCglobal 由于其出身的优越性，在这些组织中起着主导的地位，而其部分标准与 ISO 组织推荐的相关标准的融合，更是激发了其标准在全球推广的价值。目前，在欧美有众多的使用者，譬如沃尔玛、美国国防部、麦德龙、思科等。

现今全球 ONS 服务是 EPCglobal 委托 VeriSign 营运，现已设有 14 个资料中心用以提供 ONS 搜索服务，同时建立了 7 个 ONS 服务中心，它们共同构成了全球国际电子产品码访问网络。基于这一物联网，企业可以和网络内与之相配合的任一企业进行供应链信息资料的交换。随着 RFID 技术的不断成熟和 EPCglobal 标准的不断完善，众多企业对 RFID 技术由企业内部的闭环应用过渡到供应链的开环应用上，ONS 服务作为物联网框架下的关键技术，有着广泛的应用前景。

中国台湾的 Verisign 委托其合作伙伴宏基进行台湾 ONS 服务中心的运营，负责提供中国台湾的 ONS 服务。同样的，在中国大陆，随着 RFID 和 EPC 的进一步拓展，必将建立这样的机构来维护中国大陆的 ONS 服务。

总之，ONS 服务对整个物联网来说，是实现全球产品信息定位和跨企业间信息流转的中心枢纽。不过，目前的 ONS 服务规范对产品信息的定位只能提供到产品级别，对单一产品的跟踪映射信息没有维护，因此，对单一产品的信息访问需要企业自身来实现。

6.3　实体标记语言

当 EPC 进行商品信息识别时，关于产品的全部信息都用一种新型的标准计算机语言——实体标记语言（PML）书写，PML 是基于人们广为接受的可扩展标识语言（XML）发展而来的，PML 通过一种标准的、通用的方法来描述人们所在的物理世界，它具有一个广泛的层次结构。PML 的目标是为物理实体的远程监控和环境监控提供一种简单、通用的描述语言。

PML 主要充当 EPC 系统中不同部分的共同接口的角色。图 6-5 是一个说明 Savant、第三方应用软件如 ERP 以及 PML 服务器之间的关系的例子。

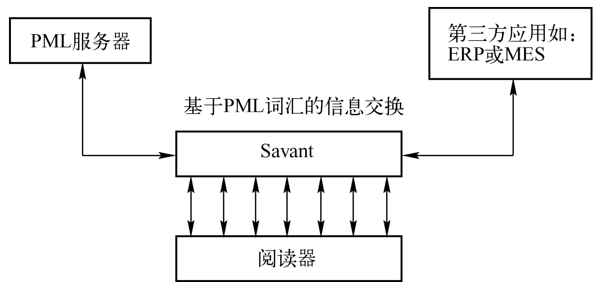


图 6-5　PML 充当 EPC 各部分间的接口

6.4　EPC 信息服务

由 PML 描述的各项服务构成了 EPC 信息服务（EPC Information Service，EPCIS），它提供了任何与 EPC 相关的信息访问和信息提交的服务。实际上，EPCIS 只提供标识对象信息的接口，它可以连接到现有的数据库、应用/信息系统，也可以连接到标识信息自身的永久存储库。

EPCIS 模块框架图如图 6-6 所示。EPCIS 模块是物联网的核心模块，在整个物联网的体系架构中处于比较上层的位置。EPCIS 模块的目标为允许不同的应用利用 EPC 的数据实现跨企业的数据共享。在 EPCIS 服务器端，定义了整个物联网中所有的核心服务，这样能够使用户开发自己的客户端来调用相应的服务模块，实现 EPC 系统的快速开发，有利于物联网的推广。

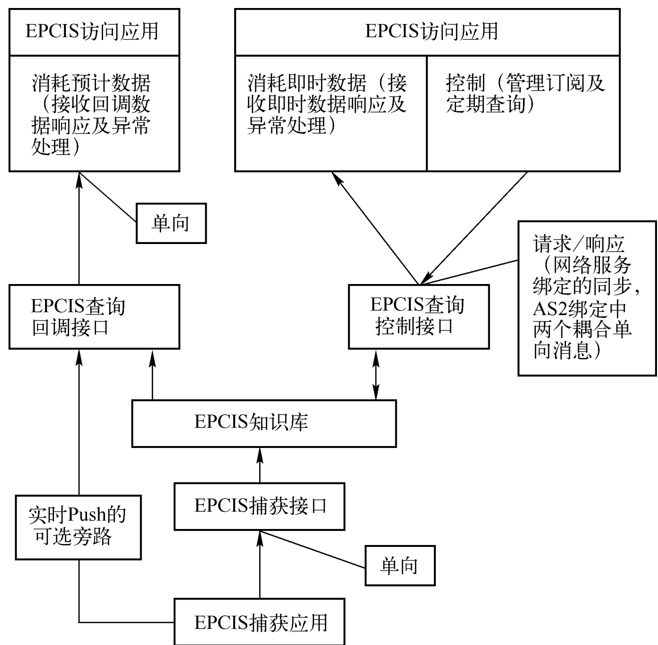


图 6-6　EPCIS 模块框架

EPCIS 的主要任务如下：

1）标签授权：标签授权是标签对象声明周期中至关重要的一步。标签未被授权就如同一个 EPC 标签已经被安装到了商品上，但是没有被写入数据。标签授权的作用就是将必需的信息写入标签，这些数据包括公司名称、商品的信息等。

2）牵制策略——打包和解包操作：捕获分层信息中每一层的信息是非常重要的，因此，如何包装和解析这些数据也成为标签对象生命周期中非常重要的一步。

3）观测：对于一个标签来说，用户最简单的操作就是对它进行读取。EPCIS 在这个过程中的作用，不仅仅是读取相关的信息，更重要的是观测标签对象的整个运动过程。

4）反观测：这个模块与观测相反，它不是记录所有相关的动作信息，因为人们不需要得到一些重复信息，但是需要数据的更改信息。反观测就是记录下那些被删除或者不再有效的数据。

EPCIS 框架被分为 3 层，即信息模型层、服务层和绑定层。信息模型层指定了 EPCIS 中包含什么样的数据，这些数据的抽象结构是什么，以及这些数据代表什么含义。服务层指定了 EPC 网络组件与 EPCIS 数据进行交互的实际接口。绑定层定义了信息的传输协议，如 SOAP 或者 HTTP。图 6-7 显示了 EPCIS 框架中各个层次的关系。

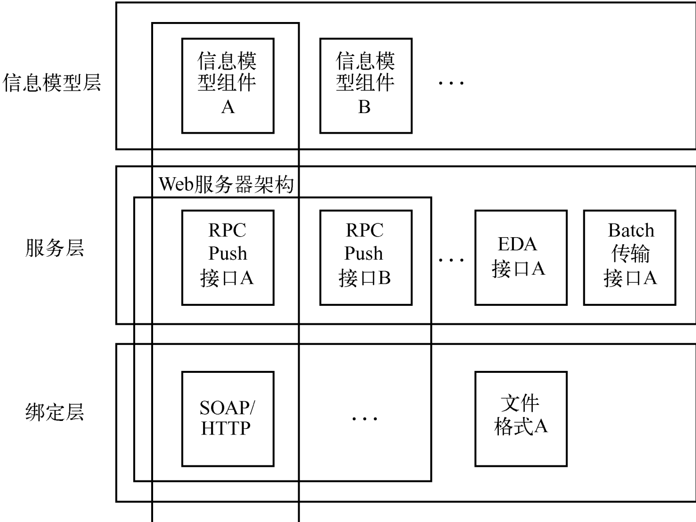


图 6-7　EPCIS 框架中的层次分类

EPCIS 的工作流程（如图 6-8 所示）可以分为两个部分，即分别通过捕获接口和查询接口与 EPCIS 库交互的过程。

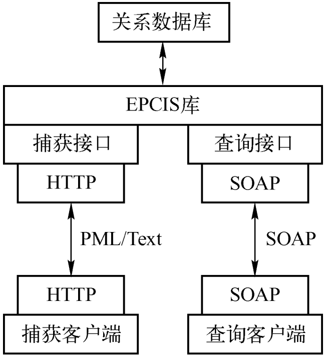


图 6-8　EPCIS 工作流程

在捕获客户端，阅读器读取 EPC 码，再通过 ONS 查询得到 URL 地址，捕获客户端获取到时间、地点、数量、对象类别等信息后，将这些数据封装成 PML 报文的格式；它通过 HTTP POST 请求，将该 PML 报文发送到该 URL 地址的数据库的捕获接口；EPCIS 库记录捕获事件，并且将数据写入到关系数据库中。

在查询客户端，利用 EPC 码通过 ONS 查询得到 URL 地址，查询客户端接收查询条件（时间、EPC 码等的范围

或值的大小)，将查询条件通过 SOAP 协议发送到查询接口。由于 EPCIS 库对查询接口实施了 SOAP /HTTP 绑定，因而只有有效的 SOAP 请求才能通过查询接口发送查询到数据库中。EPCIS 库记录下发生的查询事件，关系数据库收到查询请求后，返回查询的结果给 EPCIS 库；EPCIS 库通过查询接口，使用 SOAP 协议，将查询结果返回给查询客户端。

第 7 章　RFID 在现代仓储物流管理中的应用

7.1　现代仓储物流管理现状

7.1.1　现代仓储的发展过程

1. 人工和机械化的仓储阶段

在这一阶段，物资的运输、仓储、管理以及控制主要是依靠人工及辅助机械来实现的。物料可以通过不同的机械设备，比如传送带、工业输送车、机械手、吊车、堆垛机和升降机等移动和搬运，使用托盘式货架、可移动货架等进行存储。同时，通过人工操作机械存取设备，用限位开关、螺旋机械制动和机械监视器等控制设备来运行。机械化在物料仓储管理中体现出的实时性、直观性的显著优点，满足了人们对速度、精度、高度、重量、重复存取和搬运等方面的要求。

2. 自动化仓储阶段

自动化技术对仓储技术的发展起到了重要的促进作用。从 20 世纪 50 年代末开始，相继研制和采用了自动导引小车（AVG）、自动货架、自动存取机器人、自动识别和自动分拣等系统。到 20 世纪 70 年代，旋转体式货架、移动式货架、巷道式堆垛机和其他搬运设备都加入了自动控制行列，但只是各个设备的局部自动化，并各自独立应用，所以被称为“自动化孤岛”。

随着计算机技术的发展，工作重点转向物资的控制和管理，要求实时、协调和一体化。计算机之间、数据采集点之间、机械设备的控制器之间以及它们与主计算机之间的通信可以及时地汇总信息，仓库计算机可以及时地记录订货和到货时间，显示库存量，计划人员可以迅速做出供货决策，管理人员可随时掌握货源及需求。

信息技术的应用已成为仓储技术的重要支柱。到 20 世纪 70 年代末，自动化技术越来越多地被应用到生产和分配领域。“自动化孤岛”需要集成化，于是便形成了“集成系统”的概念。在集成化系统中，整个系统的有机协作，使总体效益和生产的应变能力大大超过各部分独立效益的总和。集成化仓库技术作为计算机集成制造系统（CIMS - Computer Integrated Manufacturing System）中物资存储的中心而受到人们的重视。

3. 智能化仓储阶段

在自动化仓储的基础上，实现与其他信息决策系统的集成，朝着智能和模糊控制的方向发展。人工智能推动了仓储技术的发展，即智能化仓储。现在智能化仓储技术还处于初级发展阶段，21 世纪仓储技术的智能化将具有广阔的应用前景。20 世纪 70 年代初期，我国开始研究采用巷道式堆垛机的立体仓库。1980 年，由北京机械工业自动化研究所等单位研制建成的我国第一座自动化立体仓库在北京汽车制造厂投产。以后，立体仓库在我国得到了迅速的发展。

据不完全统计，目前我国已建成的立体仓库有 300 座左右，其中全自动的立体仓库有 50 多座，高度在 12 m 以上的大型立体仓库有 8 座。这些自动化的立体仓库主要集中在烟草、医药保健品、食品、通信和信息、家具制造、机械制造等传统行业。在此基础上我国对仓库的研究也向着智能化的方向发展。

7.1.2 我国现代仓储管理的现状及问题

随着信息技术的飞速发展，现代仓储技术也得以不断的革新。我国仓储业在国家的宏观调控政策的推动下，仓储管理的运行效率、管理水平有了较大提高。伴随着物流的发展和社会需求的变化，仓储业务量不断的增大，主要表现在货物吞吐量、货物周转次数、平均库存量等指标明显增加。信息技术和自动化技术在现代仓储管理中的应用，使得仓储技术得到了较快的发展，自动识别、自动分拣、条码、RFID 等技术得到企业的高度重视，供应商管理库存、零库存等理念深入人心。

目前我国的现有仓库以平房库居多，自动化仓库的使用率较低，导致许多库场资源长期闲置。另外，仓库设备陈旧落后，很多仍旧处于人工作业为主的状态，导致商品在库滞留时间过长，物流成本较高。究其原因主要是以下的几个方面。

1. 仓库布局不合理

各个行业根据各自的需要纷纷建立自己的仓库，特别是类似京东商城的一些大型的电子商务企业也对外宣称要自建仓库，以改变现有物流状况混乱不堪的局面。然而，由于没有全面掌握有关国家中长期发展计划及相关产业政策、外部环境的变化、技术的改进等方面的信息，使得仓库布局极不合理，造成部分地区剩余大量仓储能力而部分地区仓储能力明显不足的现象。

2. 仓储企业之间的市场竞争加剧

在国内，原有仓储企业的仓储设施、设备已经无法满足现在物流活动的需要，并且缺乏改造基础设施所需要的资金。国外的一批像美国联合包裹服务公司、联邦快递等大型的物流公司纷纷开始抢占中国市场，并在中国投资建库；而国内的一部分大型企业也在不断发展物流平台，建设现代化立体仓库；一些中小型企业在这种趋势下，将面临越来越激烈的仓储企业之间的市场竞争。

3. 仓储技术发展不平衡，信息化状况不容乐观

很多企业不够重视在仓库作业过程中实现自动化、机械化。与一些大型企业的现代化仓库拥有各种先进的装卸搬运设备、高层货架仓库、自动化立体仓库等仓储设备相比，很多中小型企业的仓库作业还主要依靠人工操作，这种仓储技术发展两级分化的现象严重影响我国仓储行业整体的运作效率。

即便一些中小型企业在某些方面应用了一定程度的信息化技术，但其信息化整体状况依旧不容乐观。由于物流信息化建设起步晚、推进慢，整体物流信息化水平较低，企业对物流信息化认识严重不足，因而信息化建设往往只是从自身利益最大化出发，而不是从供应链的整体目标出发进行规划。

与发达国家相比，我国物流的各个环节如运输、仓储、配送的成本以及劳动力和设备的成本都较低，而整个物流过程的综合成本很高，这主要就是因为物流各环节信息化程度低、信息沟通不畅，从而导致库存量大，运力浪费。

4. 现代化仓储设备欠缺

在仓储设备方面，第三方物流企业拥有的仓库 70% 是普通平房仓库，现代化立体自动仓库设施比例极低，而具有冷藏、保鲜、空调功能的仓库更少。在使用的搬运工具中，人工搬运车、手推叉车和普通起重设备占 70%，而可视屏叉车等现代化的搬运工具却很少采用。

5. 物流标准不健全

由于缺少统一的物流标准及规章制度，我国物流标准化尚不健全，滞后于发达国家。物流器具标准不配套，特别是没有大力推行列入了国际标准的 4 种托盘，影响了托盘在整个物流流通领域的应用效率。其次，物流设施设备与产品包装标准之间缺乏有效的衔接，虽然目前我国对商品包装已有初步的国家标准和行业标准，但与托盘和各种运输设备、装卸设备、仓储设施相衔接的集装单元化包装标准还比较欠缺，这对各种运输工具的装载量，特别是仓库的空间利用率产生了重大影响。

6. 缺少物流专业人才

缺少专业的物流人才是一个不可小视的问题。现代物流对专业人员的综合素质要求较高，需要一批有理论、会经营、懂管理的拥有现代物流理念的物流管理人才，而目前大多数的物流人才都主要从事着传统仓储业务。

就现代物流来讲，仓储人员一般从业素质比较低，对商品保养、维护等方面的专业知识不甚了解，对货物的放置及具体情况（有无库存、库存多少）不了解、不重视。因此，只有培养出一大批优秀的物流人才，才能促进整个物流行业的快速发展。

7.1.3 现代仓储管理的优化策略

仓储管理在企业的整个供应链中起着至关重要的作用，如果不能保证流畅的进货、发货和库存控制，将会导致管理费用的增加，服务质量的下降，从而影响企业的竞争力。针对我国仓储业存在的问题，为了提高仓储企业的竞争力，应从以下几方面来优化仓储管理。

1. 优化仓储布局，充分发挥本土优势

许多国家的仓储业均地处都市城区、交通要道以及经济相对发达的区域。物资仓储企业要充分利用都市商流活跃、信息灵通、交通便利、占地面积大等优势，迅速调整自己的经营方针和策略，调整好自己的经营结构。占地面积大、地理位置优越，是一笔巨大的财富。通过合理规划，科学安排以及各种形式的经济合作，解决仓储企业普遍存在的资金问题。调整库区布局，更新库房，进行必要的技术改造，使之适应物资大流通的需要，打破条块分割，面向社会经营，参与竞争。

2. 加强技术改造，强化经营管理

现代物流业的发展需要现代化的仓储管理支撑，其中信息化和以信息化作指导的物流技术就成为仓储业走向现代化的关键因素。将传统的手工记录信息、人工操作管理方式提升为电子化、数字化、网络化的计算机管理和机械化、自动化的操作管理方式。仓储管理技术改造主要从以下两方面着手：

1）根据市场供求关系确定仓储硬件设施建设与改造，做好仓储机械化、自动化、智能化的改造，提高仓储资源的利用率和仓储管理的效率。

2）建设完善的功能强大的仓储管理系统，做好仓储管理信息化、网络化的技术改造。

在软件设施方面可以有以下几个层次供选择：①单项的仓储、运输管理软件；②本企业

局域网；③通过企业外部网和因特网，与客户及合作伙伴之间实现信息共享。

在仓储管理的出入库管理、货物分拣、盘点、库存控制等各个环节运用物流信息技术和仓储管理系统，可以大大提高仓储管理的效率，减少差错，还可以通过企业内部网、企业外部网实现本企业仓储信息与合作伙伴之间的信息共享。如 RFID、条形码、扫描和数据采集等技术已经越来越多地应用于叉车、堆垛机、自动导引车和传送带等搬运设备上，移动式机器人也作为柔性物流工具在柔性生产、仓储和产品发送中日益发挥重要作用。

3. 不断完善仓储标准化体系，走国际化道路

要适应开放市场的要求，做好与国际惯例接轨的各项准备工作，关键是要引进先进的管理方式，加强仓储资源的整合，不断完善仓储标准化体系。我国不同仓储企业间的储运设施不能共用，降低了企业合理统筹仓储资源的能力。为适应现代物流要求，加强资源整合，建立仓储网络，就必须按照国际物流标准模数尺寸来设计仓库、托盘、货架等储运设施和设备。仓储标准化不仅是为了实现仓储环节和其他环节的密切配合，也是仓储内部提高作业效率的有效手段。

4. 加强仓储人才培养

仓储人才的培养，尤其要注重实践能力的培养。高校必须加大对物流实践教学的投入经费，将校企结合的办学模式落到实处。

5. 延伸服务领域，提供仓储增值服务

随着仓储业的利润越来越薄，死守传统的仓储业务不放，势必会被市场淘汰。因此积极开拓业务渠道，实行多方位经营，向贸易、货贷、流通加工方向发展，是许多经营管理者的明智之举。

除了提供传统意义上的服务项目，现代仓储企业还要努力向客户提供各种符合客户需求的增值服务，以提升仓储企业的内在价值，从而保持竞争能力，赢得更多的客户。仓储企业可以增加以下增值服务：配送、包装、流通加工、信息与咨询服务等。原有仓库、原有人员通过延伸服务领域，创新仓储业务，增强仓储企业的市场竞争力。

6. 合理选择供应链库存管理策略

库存管理是仓储管理的重要一环，由于我国仓储业的管理方式过于陈旧，管理观念滞后，在库存控制的管理上需要更新观念，因此需要根据企业的实际情况，灵活地采用先进的供应链库存管理策略，如 JIT（准时生产方式）、零库存管理策略、并行和平行工艺策略、延迟产品差异策略、供应商管理库存（Vendor Managed Inventory，VMI）策略、联合库存管理策略等，来降低库存水平，减少库存资金的占用，达到降低总的库存成本，提高仓储利用率的目的。

7. 盘活资产，提高仓储资源的利用率

开发闲置资源，盘活资产存量，提高设备利用率，是物流业在转换经营机制过程中提高经济效益的一个重要措施。把闲置的资源充分置于开放的市场中，打破行业与行政区域界限，让市场对资源进行有效合理的配置。出台相关的政策，鼓励专业机构经营闲置设备，扩大设备信息交流渠道，增强信息服务手段。通过正常渠道有偿转让、拍卖、租赁、换用闲置设备等。

8. 加快公共信息平台的建设，实现仓储管理信息化

要提高仓库利用率、实现有效的库存控制，就要建立健全有效的物流信息网络，实现仓储信息共享，积极推进企业仓储管理信息化。运用现代信息技术构建公共信息平台，实现公共信息网络与仓储信息网络资源的有效结合，提升企业仓储信息化水平。

7.1.4 现代仓储管理的发展趋势

仓储业随着国民经济的增长而发展，在今后一个时期内，仓储业会发生一些重要变化。

1）传统仓库向现代物流中心转变，主要表现在仓库功能的增加和仓储设施的升级。随着现代物流产业的发展，仓库将发展为库存控制中心、高度集散中心、增值服务中心、信息发布中心和现代物流技术的应用中心。

2）仓储业将受到国内国际经济的影响。这次金融危机给世界的影响是极其深远的。

一是影响了世界产业转移和布局的变化。欧美国家民众的消费观念发生变化，提高了储蓄率，放慢了奢侈品的消费速度；就近采购商品和安排生产导致物流线路、物流数量、集结地点的变化。这些都会影响我国出口商品的结构、数量和港口物流中心的业务量。

二是我国经济结构调整和发展方式转变。高污染、高耗能和高耗水行业将受限制，而物流业以其现代服务业的鲜明特征被各地政府当作支柱产业，物流园区尤其是贸易型的物流园区将快速发展。

三是低碳经济的要求越来越紧迫。科学合理的物流园区、物流中心有助于减少碳排放量，主要表现在减少货物的滞留、减少车辆的空载、提高多式联运的发展等。

3）仓储资源将出现拐点，普通库房供大于求不可避免。经过多年的宣传和推动，物流产业被各级政府所认识，出台了一系列的支持物流发展的政策，确定了当地的现代物流业的发展规划，所有的规划都涉及到仓储设施的建设。物流园区、物流中心的增长速度很快，省会城市规划的物流园区面积一般都在 10 平方公里以上，有的高达几十平方公里；二级城市也在几平方公里到十多平方公里。这些仓储设施一旦建成，将大幅度提高库房供给量，会产生空仓率增加和租金下降等现象。

4）仓储业务综合化、精细化成为仓储业竞争的主要手段。在供大于求的情况下，单纯的出租库房或只提供简单仓库服务将在竞争中处于劣势。2004 年以来，中储协会一直倡导仓储业务综合化，即在仓储保管的基础上大力发展增值服务，如开办市场，开展加工、包装、配送、质押监管等业务。2009 年，在营业收入的构成中，传统的保管业务收入只占 43%，而综合业务收入占 57%，比上年略有下降。所谓精细化，就是引入新的管理理念，为客户量身制定业务模式、业务流程、服务标准和服务质量，裁减冗余，节约成本。只有这样，才能处于优势地位。

5）一些物流园区（包括保税物流园区）的运营出现困难。主要原因：一是部分园区将土地卖掉后，缺少了可出租或运营的资产，收入来源短缺；二是保税物流园区过大，保税货物的量不足以支撑保税物流园区的支出；三是一次性投资过大，入园企业少，成本无法回收。这就要求在规划园区时需精心策划，进行财务测算，否则便会陷入困境。

以上介绍的是现代仓储物流的现状、优化策略和发展趋势，由此可见，现代化仓储物流业的发展任重道远。下面具体介绍现代仓储物流管理的流程。

7.2 现代仓储物流管理的流程

7.2.1 主业务流程

现代仓储管理业务流程的分析，必须详细调查整个管理过程中的各个环节，掌握管理业

务的内容、作用以及信息的输入/输出、数据存储和信息处理的方法及过程等，为建立管理信息系统的数据模型和逻辑模型打下基础。

业务流程图是掌握现行系统状况、确立系统逻辑模型不可或缺的，是分析和描述现行系统的重要工具，是业务流程调查结果的图形化表示。

根据货物的流向，现代仓储物流管理的主要业务流程如图 7-1 所示，它包括入库管理、库存管理以及出库管理三个环节，下面对这三个环节进行详细描述。

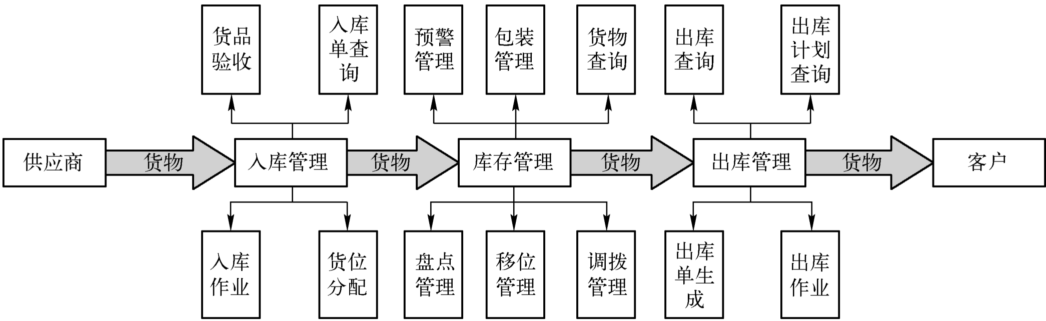


图 7-1　主业务流程图

7.2.2　入库作业流程

入库作业流程如图 7-2 所示。

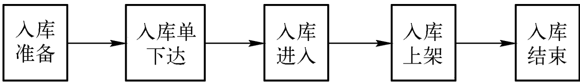


图 7-2　入库作业流程图

1）入库准备。主控系统将根据货品属性信息自动派生出对应每个单件货品的电子码或使用每个货品的 EPC 编码，将其写入电子标签的芯片内并为每个将要入库的货品指定相应的货位。

2）入库单下达。入库单以电子版送达到主控计算机中，主控计算机根据货车使用情况，为入库单指定服务货车，并将货车的识别电子码注明在入库单中，同时将入库单下达给仓库管理员。

3）入库进入。仓库管理员接到入库单后，将全部入库货品放置在指定的货车上；货车驶至装有阅读器的入库门时，主控系统通过获取货车识别电子码来核查入库单的权限，核查无误后，自动获取货车所载的全部货品的电子码；获取货品电子编码后，核对车载货物是否与入库单相符，核对无误后根据在系统中预先设定好的货品存储位置，通过无线网络将入库核准指令和入库货品码放货位明细表传送给车载单元的控制计算机，并同时开启在各个指定货位上的导航指示灯。

4）入库上架。仓库管理员通过分散在各独立货位的导航指示灯，并结合车载显示器中的入库货品码放货位明细表，确定货品上架线路；在此过程中，车载识别天线不停地识别各个货架的货位导航指示器，到达指定货位时提示仓库管理员停车，并准备货品上架，显示屏将显示此货位将上架的货品详细清单；仓库管理员根据显示的货品上架详细信息执行入库上

架后，主控系统自动更新库存货品记录，并关闭对应的货位导航指示灯。

5）入库结束。全部入库货品上架后，仓库管理员将空载货车驶至出库门；主控系统通过获取货车识别电子码检测货品是否全部上架，并检查货车是否空载，核查无误后授权出库，并完成相应的记录。

7.2.3 库存管理作业流程

1）库内盘点。仓库管理员接到盘点指令后携带手持单元进入库区时，主控系统将记录执行此次盘点任务的手持设备已经进入库区。依次遍历全部货位并将所收集到的全部货品信息通过无线网络实时地传送给主控计算机。遍历完全部货位并携带手持设备出库时，主控系统将记录执行此次盘点任务的手持设备已经离开库区，同时将发送过来的全部货品信息与主控计算机盘点单中的全部货品内容互相比对，并将盘点结果告知仓库管理员。

2）库内移位、调拨。此作业不对库存货品进行增减，在主控计算机的数据库中，仅处理转移货位的货品所处的货位信息，这样做可以避免货品出入库的不便。主控系统将通过下达货品转移指令，并结合车载单元与货位导航指示器，控制并协调完成货品转移的全过程，使其匹配主控计算机数据库中的内容。

7.2.4 出库作业流程

出库作业流程如图 7–3 所示。

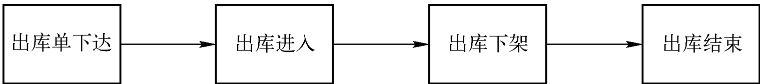


图 7–3 出库作业流程

1）出库单下达。出库单将以电子版送达到主控计算机中；主控计算机将根据货车使用情况记录，为此出库单指定服务货车，并将货车的识别电子码注明在出库单中，同时将出库单下达给仓库管理员。

2）出库进入。仓库管理员在接到出库单后，将空载货车驶至装有阅读器的入库门时，主控系统通过获取货车识别电子码核查出库单的权限，核查无误后将出库核准指令和出库货品码放货位明细表传给车载控制计算机，并在车载显示器中显示；同时根据出库货品码放货位明细表中的各项货品所在仓库中的货位，开启相应的货位导航指示灯。

3）出库下架。在库区内，仓库管理员通过分散在各独立货位的导航指示灯，并结合车载显示器中的出库货品码放货位明细表，确定货品下架线路；在此过程中，车载识别天线不停地识别各个货架的货位导航指示器，到达指定货位时提示仓库管理员停车，并准备货品下架，显示器将显示此货位将下架的货品详细清单；仓库管理员将根据显示的货品下架详细信息将货品下架，并执行上载货车的指令；主控计算机将库存货品状态记录更新后，关闭对应货位的导航指示灯。

4）出库结束。全部出库货品下架后，仓库管理员将载货车驶至出库门，主控系统通过获取货车识别电子码检测货品是否全部下架；核对此货车所载全部货物是否与出库单内容一致，核查无误后授权出库，完成相应的记录。

在现代仓储管理的业务流程中应用了手持单元、阅读器、主控计算机和车载计算机等设备，这其中就应用到了现代仓储物流管理中的 RFID 关键技术。下面介绍 RFID 技术在现代仓储物流中的应用。

7.3　RFID 技术在现代仓储物流管理中的应用

7.3.1　RFID 系统硬件构成

1. 主控系统

主控系统包括主控计算机、网络控制器、出/入库门的阅读器及相应的识别天线、无线网络连接器、货位导航指示器等。主控计算机连接网络控制器，通过数据线与无线网络连接器、出/入库门的阅读器及识别天线和货位导航指示器连接。

2. 车载单元

车载单元包括车载控制计算机、显示器、无线网络连接器、阅读器及识别天线、加装电子标签的标准托盘、写有货车识别电子码的车载电子标签等。车载单元通过无线网络连接器与主控系统连接。

3. 手持单元

手持单元包括集成移动手持设备、写有手持设备识别电子码的手持电子标签。手持单元通过无线网络访问主控计算机。

4. 仓库设施

仓库内将被划分为具有相应识别电子码的不同货位，其中包括所处仓库、货区、货架及每个独立货品存放区。管理人员将货位电子码写入货位识别电子标签，并将货位识别电子标签封装在相应货位的导航指示器中。整个仓库内及各库门附近都由无限局域网覆盖，以实现信息共享。

7.3.2　RFID 技术应用的层次

RFID 技术在现代仓储物流管理的应用分为以下几个层次。

1）单品级（ITEM LEVEL）。每件物品上都有 RFID 标签，并记录有唯一的编号。

2）包装箱级（CASE LEVEL）。每个包装箱上都有 RFID 标签，反映箱内物品编码和数量等信息。

3）托盘级（PALLET LEVEL）。每个托盘上都有 RFID 标签，反映托盘上存放的物品信息。

从托盘级到单品级应用，标签的用量越来越大、管理精度越来越细，成本也越来越高。虽然 RFID 标签的价格随着应用规模的扩大而不断降低，但目前几美分一个的标签价格，相对几分人民币一张的条码标签来说，还是高了很多，这使不少国内企业对它望而却步。若能在整个供应链中展开应用，即从制造商那里开始使用 RFID 标签，则可将其利用价值最大化，有助于合理分摊标签成本，同时也最有可能做到单品级和包装箱级应用。

仅在物流仓储管理环节中进行 RFID 应用时，对于整托进出的物品，以托盘级为宜，可在入库时粘贴 RFID 标签，也可通过 RFID 托盘进行管理。对于以箱为单位操作的物品，可

进行托盘级或包装箱级应用。对于拆零物品，可通过 RFID 周转箱进行管理；不推荐单品级的 RFID 应用。

7.3.3 RFID 技术应用的环节

RFID 在现代仓储物流管理中的应用对象包括货物、周转器具、存储位置和搬运设备等，可根据物流仓储业务的具体特点有选择地进行实施。

RFID 在现代仓储物流管理作业的主要应用环节有：

1）入库操作。利用 RFID 技术进行货物的自动识别，上架路线的计算和引导，上架货位的校验与跟踪，周转器具使用的自动登记，搬运设备的定位、跟踪、导航，并可与周边系统结合进行单证自动打印和相关信息的自动发布。

2）出库操作。拣选货物、货位、数量的自动识别与校验，执行情况监控与任务再分配，装车指示及跟踪校验，周转器具的自动出库登记，并可通过周边系统进行单证自动打印和相关信息的自动发布。

3）库内移动。货物、周转器具的自动识别，移出、移入库位的跟踪校验。

4）盘点。盘点库位的指引与到位检查（特别是立体库位的高位），货物、货位自动识别，数量自动校验（包装箱级和单品级应用时）。

利用 RFID 与三维图像技术结合以实时监控多仓库内的作业情况是一个创新，如图 7-5 所示。利用这个技术可以对货位的使用状态、货物的明细进行精细化管理，可以对叉车、托盘等设备器具的动态进行实时监控，方便管理人员调度及合理分配工作，提高整体的运作效率。同时，对于操作人员的违规行为也可及时提示报警，避免错误操作造成的业务混乱或事故的发生。

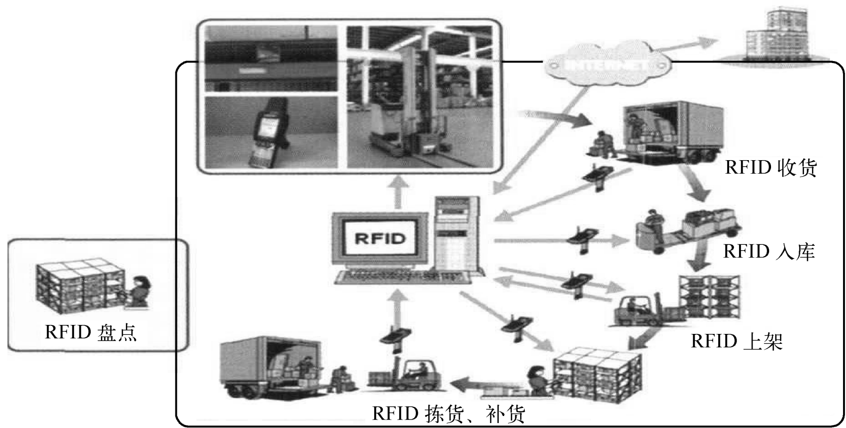


图 7-5　RFID 在仓储各环节的应用

7.3.4 RFID 技术用于现代仓储物流管理的优势

1）和传统的条形码、磁卡等识别技术相比，RFID 抗干扰能力强，适于恶劣环境、可以穿透非金属物体进行识别处理、可用于多目标识别及对运动目标识别等。

2）RFID 不需要人工去识别标签，读卡器可以快速从射频标签中读出位置和商品相关

数据。有一些读卡器可以每秒读取200个标签的数据，这比传统扫描方式快1000倍以上。

3）电子标签具有良好的防冲撞性，封装形式多样，使用寿命长，可重复利用，而且很难伪造。电子标签可以粘贴于商品外包装或托盘上。

7.3.5 RFID技术在现代仓储物流管理中的应用实例

上海现代物流投资发展有限公司是中国最大的流通产业集团百联集团的全资子公司。注册资金2.83亿元，总资产9.54亿元，年经营总额50多亿元，主要从事零售业配送物流服务、制造业物流服务、和危险化学品物流服务。

从2005年起上海现代物流投资发展有限公司、上海复旦大学、捷玛计算机信息技术（上海）有限公司就致力于RFID技术的应用与研究，目前已经完成RFID智能物流仓储系统开发以及成果转化的工作。在公司下属的上海百联配送有限公司内（主要为百联集团下属大卖场进行商品配送服务）将RFID技术实际应用于业务运作的主要环节中，通过RFID技术与配送中心信息系统及设施设备相结合，提高零售配送中心业务运作能级，降低运营成本。

在本应用实例中，RFID用于如下的业务操作环节。

1）收货验收业务操作环节。

2）入库上架业务操作环节。

3）移库补货业务操作环节。

4）分拣业务操作环节。

5）出库配送业务操作环节。

图7-6是RFID在物流配送中心应用点的示意图。

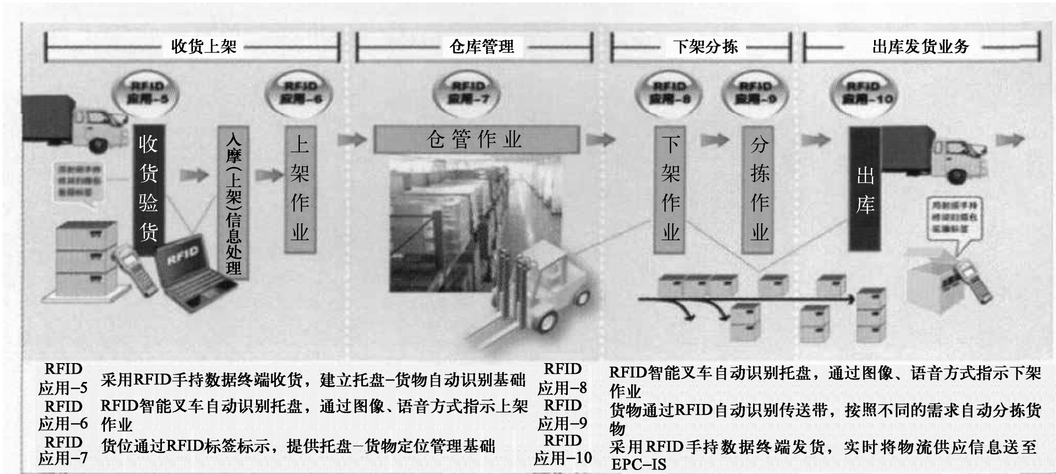


图7-6　RFID在物流配送中心的应用点

在本应用实例中，RFID技术发挥了标示、定位、多目标同时自动识别、信息传递的基础作用。在此基础上，通过上述业务流程再造，提出并实现了下述的业务要求：

1）货物到达仓库之后通过RFID进行标示。

2）由装备了RFID车载系统的叉车去识别、搬运货物。

3）根据货物与货位的 RFID 标示，通过 RFID 车载系统/WMS 判断作业是否正确。

4）根据货物的标示与 RFID 手持系统/WMS 确认货物的分拣配送。

为实现上述业务要求，百联配送应用的 RFID 设施设备有：

1）RFID 手持终端。除了拥有 RFID 全部功能外，还支持 RFID 标签的读取和写入，集成了 RFID 手持终端仓库业务操作系统。

2）RFID 智能叉车。集成了 RFID 无线车载终端、阅读器及天线、RFID 车载终端仓库业务操作系统。能自动识别并显示所运送商品的信息，能自动识别工作任务中的货位且有警示报错功能。对于各类业务操作可自动实时确认，能通过 RFID 系统对其工作状态、目前所处地点等工作信息进行识别和跟踪管理。

3）RFID 芯片智能托盘。可以存储更多信息、采取主动应答式、识别距离更远、坚固耐用、不易污损、可反复读写信息。

4）RFID 标示货架、货位。采取主动应答方式，与 RFID 手持终端及智能叉车配合，实现货架、货位自动识别。

在百联配送 RFID 应用过程中还开发了以下系统：

1）仓库三维作业监控系统。

2）RFID 手持终端仓库业务操作系统。

3）RFID 车载终端仓库业务操作系统。

4）RFID 仓库作业的流程再造相关系统。

通过应用 RFID 系统，上架准确率达到了 99. 99% 以上，收货操作时间比传统模式缩短 40%，上架操作速度比传统模式提高 66%，补货、拣货速度比传统模式提高 95%，库存盘点效率提升 40%。今天 RFID 已经成为仓库现场操作的重要组成部分，是各环节快速高效运作的有力保障。

通过这个实例，我们了解了 RFID 技术在现代仓储物流中的具体业务环节、业务要求、所需硬件设备和软件系统组成等。下面讲解具体的基于 RFID 技术的仓储管理系统的设计与开发。

7. 4　基于 RFID 技术的仓储管理系统设计与开发

7. 4. 1　系统总体设计

1. 基本思想

1）在物品入库时，将其按照规格进行分类，放入相对应种类的仓储地，并为每个仓储地安装一个标识牌，给每一标识牌上贴上电子标签，该标签称为标识标签。并且给每个标识牌编号，标签中存储能够唯一标识此货架的 ID 号码，通过工作人员的手持 PDA 读取标签上的 ID 号码，可调用后台系统数据库，获取其中的存储信息，包括：物品的种类、名称、型号、单位、单价、生产日前、保质期、性能等。

2）需要货物移库时，登录系统软件终端，系统发送移库指令到 PDA，移库人员找到指定的货位，从库位上取出指定数量的货物，然后把货物运送至目的仓储货位；在货物送入货位后，修改货架标签，使得货位和货架保持数据的一致性，并向管理系统发回移库作业信

息，修改数据库系统信息。

3）作业员手中的 PDA 对库存标识牌进行扫描，并且将扫描数据实时发送到终端计算机中，更新库存动态信息，监控人员进行盘点统计，做出统计报表。

4）在进行仓储管理作业时，作业人员通过 PDA 读取该标签编号，就可判定当前操作的位置是否正确。此外，只要输入某一货架的 ID 号即可从网上数据库调取该 ID 的相关信息，从而实现物资保管功能，并能实现网上浏览查询。

2. 系统网络结构

本文所设计的仓库主体是重力式立体货架，入库作业由堆垛机完成，出库作业由人工操作叉车完成。重力式货架两侧设有散货货架，散货货架用于存储小批量货物和拣选出库剩余货物。系统网络结构图如图 7-7 所示。

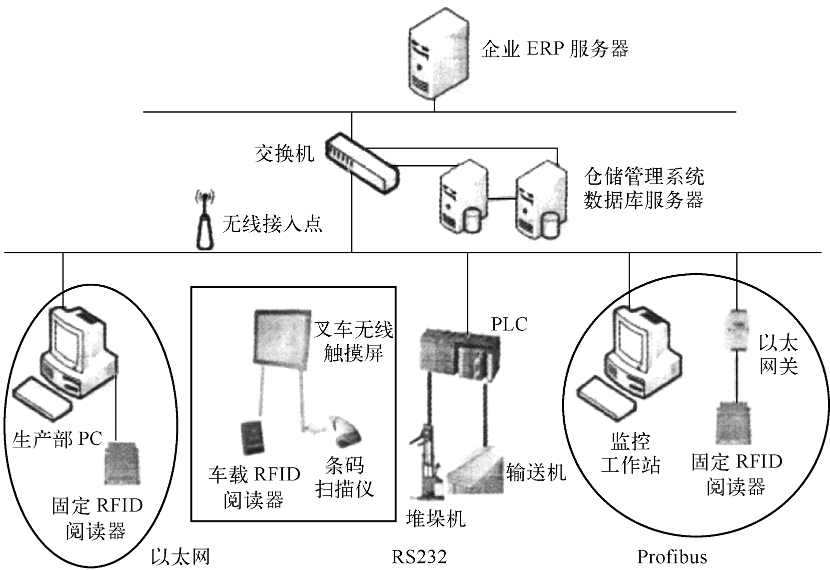


图 7-7　系统网络结构图

该仓库管理具有以下特点：

1）产品品种比较固定。

2）大多数产品批量较大。

3）企业有 ERP 系统，产品基本信息和货物出库信息能够从 ERP 系统中获得。

4）客户相对比较固定。

根据该仓库管理的以上特点，本系统中 RFID 系统设计了 3 部分，如图 7-7 中线框标注部分，分别是生产部 PC + RFID 阅读器（简称生产部 RFID 系统）、叉车无线触摸屏 + RFID 阅读器 + 条码扫描仪（简称叉车 RFID 系统）和监控工作站 + 固定 RFID 阅读器（简称监控工作站 RFID 系统）。各部分的功能分别是：

1）生产部 RFID 系统。本部分完成入库货物所在托盘标签中货物信息的写入任务。

2）叉车 RFID 系统。本部分的任务有四个，一是货物入库时读取托盘标签中的货物信息，并将托盘入库的货位地址写入托盘标签；二是货物出库时读取托盘标签中货物和货位信息，以确认出库货物和出库货位是否正确；三是将拣选剩余货物信息和货物入库信息写入托

盘标签中；四是更新库内搬移托盘的货位信息。

3）监控工作站 RFID 系统。本部分的任务是读取输送机入口处待入库托盘的货位地址，并将货位地址发送给下位 PLC。

7.4.2 软件体系结构设计

本仓储管理系统由 RFID 通信管理、货物入库管理、货物出库管理、货位优化管理、合同管理、报表管理、费用管理、系统管理等模块组成。系统架构流程图如下图 7-8 所示。

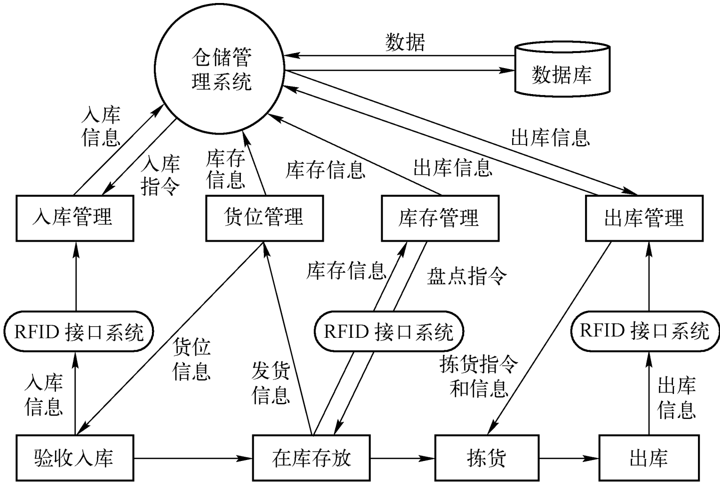


图 7-8 系统架构流程图

7.4.3 系统数据库设计

根据系统功能要求进行数据库表的建立。通过对用户的需求分析，需要记录的信息有：物品的基本信息、仓库的基本信息、仓库的操作信息。

1）物品的基本信息表包括物品的编号、名称、生产厂商、种类、规格、等级和物品所属的客户，其中物品的编号为主键，因此要建立一个物品列表，用以储存物品的信息。同时需要为物品基本信息中的生产厂商、物品种类和客户建立单独的表。在物品的生产厂商表中包含生产厂商的名称和代号，生产厂商代号为主键；在物品种类表中包含物品种类的名称和代号，物品种类代号为主键；在客户表中包含客户的名称、联系人、和联系电话，客户代号为主键。这样的设计完全满足 BCNF 范式，表格之间的条理比较清晰。

各个表之间的外键关系如下：生产厂商表的主键与物品列表中的生产厂商代号相关联；物品种类表的主键与物品列表中的生产厂商代号相关联；客户表的主键与物品列表中的客户代号相关联。

2）仓库的基本信息应包括用于记录职工基本信息的仓库人员管理表，及用于记录仓库库位信息的仓库信息表。仓库人员管理表中包括职工的代号、姓名、职位、联系电话、身份证号码和住址，职工代号为主键。仓库信息表中包括存放地点（相当于库位的标号）、仓库号、区域、货架号、层、行、列、是否为空几个属性，其中存放地点为主键。

3）仓库的操作信息应包括：用于储存入、出库及库内移动操作记录的入库表、出库表及

库内移动表；用于储存当前仓库中物品记录的库存表；用于记录员工增删情况的人事变动表。入库表中应该记录物品的编码、入库的时间、经手人和存放地点，其中以物品编码和入库时间联合作为主键；出库表中应该记录物品的编码、出库时间和经手人，其中以物品编码和出库时间联合作为主键；库内移动表中应该记录物品的编码、移动时间、经手人、原存放地点和新存放地点，其中以物品编码和移动时间联合作为主键；库存表中应该包括物品的编码、入库时间、存放地点和经手人，其中以物品的编码作为主键。人事变动表中应该包括操作号、人事变动的内容、变动的时间、变动人员的代号和变动人员的姓名，其中操作号为主键。

另外，系统中还需要有用户的登录信息表，用于记录用户的登录信息。登录信息表中应该有登录的用户名和密码，其中登录名为主键。为安全起见，在设计登录界面密码及储存于数据库时，系统采用 MD5 加密算法。

7.4.4　系统功能模块

在仔细分析了存货管理需求的基础上，将整个系统划分成四大模块，每个大模块又有若干个子模块。系统功能模块图如图 7-9 所示。

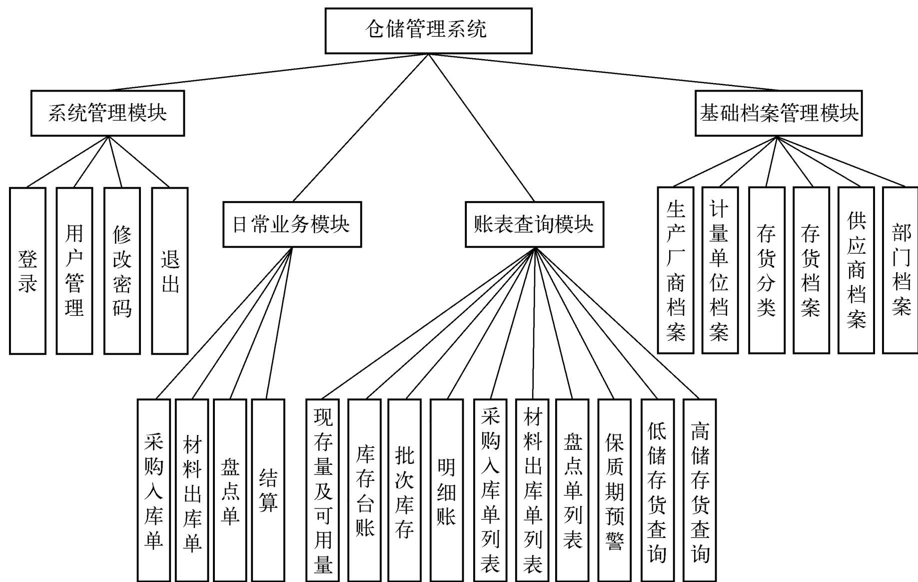


图 7-9　系统功能模块图

（1）系统管理模块

用户可以进行用户间的切换、修改密码、退出系统等功能，有系统权限的用户还可以进行用户管理。

（2）基础档案管理模块

系统用户对基础数据进行管理，包括对存货分类、生产厂商、计量单位、存货档案、供应商、领料部门进行管理，对其中的记录进行增加、修改、删除和查找，是日常业务操作的基础。存货档案子模块中的存货分类、计量单位、生产厂商信息来自于相应的子模块档案。

（3）日常业务模块

日常业务模块可完成仓库的主要日常操作，包括材料采购入库，库存材料出库，盘盈盘亏调整，单据结算。其中单据结算是对已审核单据结帐，结算后不允许对已结算单据进行修改、删除和弃审操作。日常业务模块所需的基础数据全部从基础档案中调用。

（4）账表查询模块

在此功能模块，用户可以进行各种过滤条件的查询，能查询各种物资的进出库明细账、台账、现存量和可用量，能进行各种物资的保质期预警、低储和高储预警。

7.4.5　系统业务流程

RFID 系统包括 3 部分，各部分的工作流程如下：

（1）生产部 RFID 系统

产品在生产部装入托盘后，包装员通过生产部 PC 和 RFID 阅读器将托盘上的货物信息写入托盘上的电子标签中。货物信息包括产品编号、批次号、生产日期、包装员等。托盘标签信息可以设置批量写入，第一次输入好信息后，可以连续写多个条码。

（2）叉车 RFID 系统

进行入库操作时，装好货物的托盘被叉车叉起后，叉车上的 RFID 阅读器读取托盘上的电子标签信息，并将读到的信息发送的叉车触摸屏，系统根据托盘上货物信息，自动分配一个货位给该托盘，操作员确认货位后系统将该托盘的货位信息发送给 RFID 阅读器，RFID 阅读器将托盘货位信息写入托盘电子标签。如果托盘放入重力式货架区时，系统生成一条入库指令，如果叉车工一次叉取两个托盘，系统可以顺次生成两条入库指令；如果托盘放入散货区时，系统不生成入库指令。RFID 系统在入库操作时的工作流程框图如图 7-10 所示。

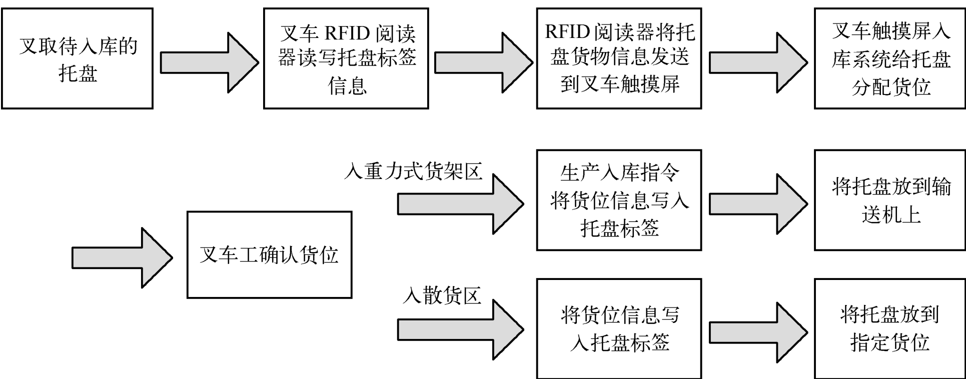


图 7-10　叉车 RFID 系统在入库操作时的工作流程

进行整盘出库操作时，叉车工根据系统提示的货位叉取托盘，RFID 阅读器读取托盘上的电子标签的信息，如果读到的信息和系统需要的信息一致时，RFID 阅读器向系统发送确认信息，系统完成出库操作。如果读到的信息和系统需要的信息不一致时，RFID 阅读器向系统报错。系统具体工作过程框图如图 7-11 所示。

进行拣选出库操作时，叉车工根据系统提示的货位取下托盘，用条码扫描仪扫描要出库的货物，再选择剩余货物的入库地址，将剩余货物放到指定的位置，最后通过 RFID 阅读器更新托盘标签信息。系统具体工作流程框图如图 7-12 所示。

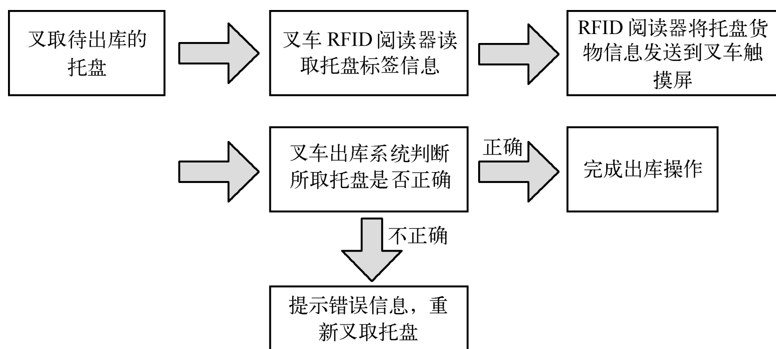


图 7–11　叉车 RFID 系统在整盘出库操作时的工作流程

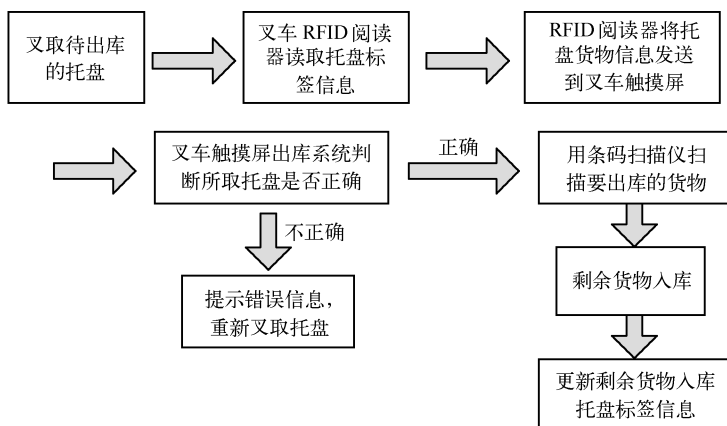


图 7–12　叉车 RFID 系统在拣选出库操作时的工作流程

进行库内搬移操作时，叉车工将需要搬移的托盘移到目的位置，通过 RFID 阅读器更新托盘标签信息。

（3）监控工作站 RFID 系统

该部分 RFID 阅读器被安装在输送机的入口处，当待入重力式货架区的托盘放到输送机上时，RFID 阅读器读取托盘上电子标签中的货位信息，并将读到的信息发送给监控工作站，监控工作站将托盘入库信息发送给 PLC，由 PLC 控制输送机和堆垛机，将托盘放入指定位置。系统具体工作流程框图 7–13 所示。

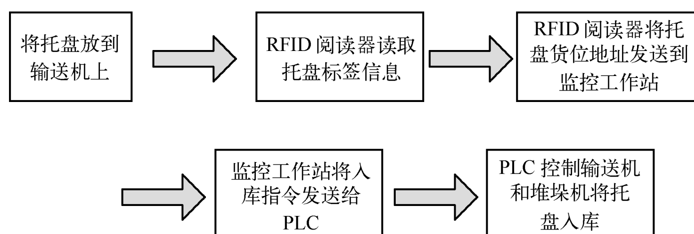


图 7–13　监控工作站 RFID 系统的工作流程

第 8 章　RFID 在智能交通领域中的应用

随着经济发展和社会的进步，城市人口增加，汽车的数量持续增多，交通拥挤和堵塞现象日趋严重，由此引发的环境噪声、大气污染、能源消耗等已经成为许多国家发展面临的严峻问题。智能交通系统作为近年来大规模兴起的解决改善交通堵塞、缓解交通拥挤的有效技术措施，越来越受到国内外政府决策部门和专家学者的重视，在许多国家和地区开始广泛应用。

8.1　智能交通概述

8.1.1　智能交通的定义

智能交通系统（Intelligent Transportation System，ITS）是综合应用先进的传感器、RFID、通信、数据处理、网络、自动控制、视频检测识别、GPS、信息发布等技术，改善交通运输系统的运行情况，提高运输效率和安全性，减少交通事故，降低环境污染，从而建立一个智能化、安全、便捷、高效、舒适、环保的交通运输综合管理和控制系统。智能交通系统利用先进的科学技术在道路、车辆和驾驶人（乘客）之间建立起智能化的联系。借助系统的智能化，车辆可以在道路上安全、自由的行驶，依靠智能化手段将车辆的运行状态调整到最佳，保障人、车、路的和谐统一。在提高运输效率的同时，充分保障交通安全、改善环境质量、提高能源利用率。

8.1.2　我国智能交通的应用前景

目前国内从事智能交通行业的企业约有 2000 多家，主要集中在道路监控、高速公路收费、GPS、地理信息和系统集成环节。针对智能交通产业，大体可分为设备提供商、软件开发商、系统集成商和平台运营商，“智能交通的各环节均处于起步阶段，但是由于前端设备如传感线圈、视频、微波等投入较少，应用较广，所以发展较快”。

从车载 MP3、车载 GPS 动态导航仪和 ABS 标配的日益普及，到 EBD、ESP 等电子控制系统的广泛应用，近年来，汽车电子产业已经成为智能交通的一个重要组成部分。智能交通可以实现道路出行的安全、高效、节能和环保，对拉动整个产业链，如上游的传感器、汽车电子等相关的软、硬件企业，到下游的信息内容供应商，都有极大的促进作用。作为未来的新兴战略之一，政府将会持续推动该产业的发展，并将以专项扶持项目的形式给予资金支持。

由国务院发展研究中心产业经济研究部、中国汽车工程学会和大众汽车集团（中国）联合发布的《2010 中国汽车产业发展报告》显示，近年来，随着我国汽车工业的快速发展，汽车电子产品的应用也越来越广泛，带动了我国汽车电子产业规模的不断扩大。作为汽车电子技术重要载体的电动汽车也离我们越来越近。从未来发展看，汽车电子技术在电动汽车动力系统匹配控制技术、车载动力蓄电池管理技术等关键技术方面，都将发

挥重要作用。汽车电子产品在这些车辆成本中所占比例更高，有些车型甚至比同级别传统汽车高出一倍左右。这也表明，新能源汽车产业的发展，将为汽车电子产业带来更为广阔的市场前景。

8.1.3 我国智能交通系统存在的问题

尽管我国智能交通的发展前景广阔，属于产业升级受益行业，未来高成长趋势明显，但也面临着不少困难和挑战。

1）“信息孤岛”和“应用孤岛”现象抑制智能交通的发展。由于我国智能交通的发展主要由科技部、发改委、交通运输部、公安部、建设部等多部门共同协调管理，各部门根据自己的业务需要构建自己的智能交通系统，各系统间没有统一的构建和开发管理，系统之间众多的公用信息无法共享而形成“信息孤岛”，极大地降低了系统建设以及投资的效益。

我国智能交通系统建设的投资主要来自于政府，因此智能交通系统的发展更多集中在资金充裕的一些大中城市，而中小城市的智能交通系统发展则相对较慢，各种智能交通系统的应用还没有实现跨区域联网联动，从而形成所谓的“应用孤岛”。

2）由于物联网技术在智能交通领域应用的构架尚未明确，标准体系尚不健全、不统一，规模经济不够，盈利模式不可行，大大增加了企业的应用成本，不利于智能交通的推行。

据了解，在缺乏标准的条件下，目前我国许多地区的智能交通系统自成体系，缺乏应有的衔接和配合。标准和规范的混乱妨碍了交通数据的获取，从而无法进行交通流的分析和预测。在高速公路收费系统方面，各省或地区内建设的网络一卡通或不停车收费系统，也没有统一指导和标准，为将来的全国联网造成了困难。

3）传感器成本、性能和寿命，在技术上与交通应用的要求还不相适应，传感、支撑网络也尚未建立，地址资源严重缺失，行业数据中心，特别是部级层面的行业数据中心尚未真正广泛创建，影响智能交通深入应用。关键技术仍受制于人，研发亟待突破。

4）目前国内70%以上的智能交通高端市场被国外企业抢占，我国在RFID、传感器上并无主导权，仍受制于美国、欧盟，国内盈利空间较小。

5）智能交通研究和示范应用点分散而不成体系，技术参差不齐，市场竞争秩序不完善，从而给整个智能交通行业的发展带来负面影响。

6）目前国内智能交通IT企业多数规模较小，企业稳定性相对较弱，加上国际厂商加紧抢占市场，从而导致企业业绩波动幅度加大。

8.1.4 国外智能交通的发展

1. 美国

美国是当今世界在智能交通开发领域发展最快的国家，美国交通系统的智能化研究始于20世纪60年代末，当时称为电子线路导航系统（ERGS：Electronic Route Guidance System），80年代中期加利福尼亚交通部研究的PATHFINDER系统获得成功，随后美国在全国开展了智能化车辆–道路系统（IVHS：Intelligent Vehicle Highway System）方面的研究；1990美国运输部成立了智能化车辆道路系统（ IVHS）组织。1991年美国国会通过了“综合地面运输

效率法案”，要发展经济上有效，环境上完善的国家级地面运输系统，以提高客货运输效率。1992 年，由美国运输部、联邦委员会和全国智能运输协会联合制定了“智能运输系统”发展战略计划。1993 年美国 DOT（运输部）正式启动了 ITS 体系结构开发计划，目的是要开发一个经过详细规划的国家 ITS 体系结构，这一体系结构将指导 ITS 产品和服务的配置，它将在保持地区特色和灵活性的同时为全国范围内的兼容与协调提供保证，并允许在产品和服务上展开自由、公平的竞争。1994 年 ITS America（Intelligent Transportation Society of America）出版了智能运输系统结构发展计划的报告，其宗旨是协调加速美国先进运输技术的发展。1995 年 3 月美国运输部正式公布了“国家智能运输项目规划”。1996 年美国亚特兰大市交通局利用已有的 ITS 技术成果，成功开发了 Olympic 交通控制管理系统，为 26 届奥运会提供了有效的服务。1995 年 2 月，美国开始开发统一的国家 ITS 体系结构（Intellgent Transport System，ITS）。1997 年 1 月运输部公布了“美国国家 ITS 体系结构”（第一版）。1998 年 9 月美国 DOT 又公布了修订后的国家 ITS 体系结构（第二版）。根据 ITS America 发布的消息，美国国家 ITS 发展战略计划已经完成。其主题为“运用智能运输系统挽救生命、节省时间和金钱”。

2. 日本

日本的智能交通研究开始于 1973 年，以通产省为主开发的“汽车综合（交通）控制系统”（CACS：Comprehensive Automobile（traffic） Control System）被认为是日本最早的 ITS 项目。

日本 ITS 研究的一个显著特点就是政府有关各部门共同参与，密切合作，以保证在技术发展过程中没有遗漏。日本将 ITS 的发展分为以下四个阶段。

第一阶段（2000 年前后）：ITS 的初始发展阶段，在这一阶段，交通信息主要提供给已经运行的 VICS 相关系统，交通堵塞信息和最佳路线信息将提供给车载导航系统，使驾驶员能够减少出行时间并提高旅行的舒适性。

第二阶段（2005 年前后）：通过逐步引入用户服务的思想开始交通系统的革命，ITS 将有关目的地的服务信息和公共交通信息直接提供给用户。

第三阶段（2010 年前后）：ITS 被推进到一个更高的水平，基础设施，车载装置，法律和社会系统将促使 ITS 成为一个稳固的社会系统。

第四阶段（2010 年之后）：ITS 的所有系统都已经投入使用，ITS 已经进入到了一个成熟的时期。据介绍，日本智能公路的目标是到 2015 年将道路交通事故减少 50%，同时有效地缓解交通拥堵，并减少对环境的污染。如果能得到持续的资金支持，智能公路系统完全能为 21 世纪可能出现的各种交通问题提供一个新的、有力的解决措施。

3. 欧洲

欧洲的 ITS 研究开发是由官方（主要是欧盟）与民间并行进行的。由于欧洲的大部分国家国土面积比较小，ITS 的开发与应用使欧盟的交通运输一体化建设进程紧密联系在一起的。1969 年欧共体委员会就提出要在成员国之间开展交通控制电子技术的演示。1986 年以来，西欧国家主要是在“欧洲高效安全交通系统计划（PROME－THEUS）”和“保障车辆安全的欧洲道路基础设施计划（DRIVE）”两大计划指导下开展交通运输信息化领域的研究、开发与应用。

英国为提高交通管理的效果，采取了如下措施：其一，为减少拥挤路段上游排队车

辆的事故率，在30%的高速公路上安装了“自动滞留警告系统”。其二，为减少交通干扰和交通事故，在高速公路上安装监控摄像机，使其对交通事故和车辆故障等事件有更快的反应。其三，为减少重要道路交叉口处的延误，安装了可变信号交通标志，用于提供路径导向。

德国的公共交通极为发达，市内交通主要是轻轨车和公共汽车，一些大城市还建有地铁，出行十分快捷方便。交通信号体系将先进的信息技术、计算机技术、数据通信技术、传感器技术、电子控制技术、自动控制理论、运筹学、人工智能等有效地综合运用于整个交通服务、管理与控制，从而基本解决了道路交通拥挤问题。

8.1.5　我国智能交通系统的研发方向

根据国内外ITS的发展状况和发展规划，我国可以在以下几个方向重点发展。

1. 通信系统与数据处理系统的研究

主要研究内容是车与车的安全通信、车与基础设施之间的安全通信、动态移动通信、实时数据采集和处理系统以及气象与环境数据管理。可以说，信息系统和数据处理系统是整个智能交通系统的核心与基础。没有这两个系统的支持，其他的系统的正常运转都会受到影响。

车与车的安全通信可以实现相邻车辆之间的无线数据交换，而这些数据和通信可以支持车辆的主动安全技术。车与基础设施之间的安全通信也可以实现减轻和避免车辆碰撞的作用。另外，它还可以实现车与车之间的通信所不能解决的交通预测问题。以上两种通信的实现就需要发展动态移动通信系统，可以在现有的通信网络基础上（如公共移动通信网）引入新的数据源和通信系统，向交通管理员提供实时监控和管理工具来管理各种模式之间和跨模式的移动通信。实时数据采集和管理系统可以提高全国范围内的公路安全和运营效率。实时的有关停车场和交通流的数据可以让出行者做出更好的出行决定，货运数据的更新可以帮助商业货运经营者优化其决策。气象和环境数据管理系统主要是评估、预测并解决天气对道路、车辆和旅客的影响。可以通过整合现有的道路气象网络，在此基础上进一步拓宽数据来源，并着力提高监测能力和分析预测能力。

2. 智能驾驶系统的研究

智能驾驶系统（Intelligent Drive Systems）的研究首先要解决的问题是标准化的问题，必须要根据智能驾驶系统的功能需求和技术上实现这一功能的可行性，形成一个较为权威的标准。其目的是协调国际社会的工作标准和系统结构，这样有利于产品之间的系统性和协调性，而且有利于相关机构以及各相关生产企业之间的互操作性，克服体制障碍，协调技术和资金，降低系统购置和生命周期的维修成本。

其次，要研究智能驾驶中影响人的因素，重点研究和评估那些在车辆行驶过程中使驾驶员的眼睛离开道路（视觉分心），使驾驶员的思维离开驾驶任务（认知分心）和驾驶员的手离开方向盘（手动分心）的信号和信息。再就是智能驾驶系统各关键技术的研究，包括汽车设计，信息收集与信息融合处理，汽车控制策略的设计，汽车导航定位技术等。还有一点需要注意的是要加强利益相关者的合作，包括汽车行业，交通运输管理业，交通信号控制，电信业，商业车辆运营商，汽车售后服务和改装商，运输经营者等，这有利于节约成本，使系统更容易被人们所接受。

3. 综合电子收费系统

综合电子收费系统（Integrated Payment Systems）不仅包括目前应用于高速公路的不停车收费系统（ETC），还包括电子泊车收费、公共交通收费、出行者服务收费等与运输及出行活动相关的各种费用的收取。

综合电子收费系统是一种集成的，具有互操作性的电子收费系统，可实现在多种模式下使用，这极大地提高了支付的方便性和易用性。对于交通部门来说，简化了交易，提高了收费效率，降低了交易成本。更重要的是，简化了收费过程，提高了运输的效率。

对于综合电子收费系统的研究，首先要评估目前已经开发应用的各种电子收费系统，通过制定统一的技术标准，研究将其集成的可行性。另一方面，也要研究新技术和新的缴费模式如利用电信服务网络、银行网上结算系统等，以及新的电子支付设备的运用，如银行卡，手机，甚至于加油卡等。同时，还要建立一个开放的结构体系和统一的标准，这样就可以鼓励其他机构及企业，甚至是个人参与进来，加快和完善综合电子支付系统的发展。当然，在建立类似的系统之后，对于潜在市场需求的预测和成本与效益的评估，也需要进行研究，以促进该系统的广泛应用。

4. 主动交通管理系统

主动交通管理系统（Active Traffic Management Systems）是对道路系统中的交通状况、交通事故、气象状况和交通环境进行实时的监视，根据收集到的信息，对交通进行控制。主动交通管理研究的主要目的是在无需额外增加车道或其他基础设施建设的基础上减少交通拥堵，提高交通流量，提高出行时间可靠性，优化整个交通运输网络的可用容量。

发展主动交通管理系统，一方面要加强前面所讲的通信系统和数据处理系统的发展，收集和检查从各个渠道反馈来的数据，而且要保证数据的真实性和实时性。另一方面要建立和明确主动交通管理系统的发展概念和要求，在此基础上开发新的处理数据的算法，规则和处理软件。这两方面的工作做好了，才能保证对交通流作出最有效的管理和控制，及时处理各种突发事故，发挥主动管理系统的优势，优化交通流。

5. 智能路边系统

智能路边系统（Smart Roadside Systems）主要是针对商用货车的管理，随着我国交通运输业的飞速发展，如何提高商用货车的运输安全、可靠，提高运输效率以及提高国家货运系统的流动性，显得越来越重要。智能路边系统是利用信息共享技术来帮助商业车辆正常运行的路边设施，主要是利用路边通信设备实现在不停车的状况下与车辆之间进行数据交换，以获得该车辆的有关信息，实现不停车检测，从而减少车辆的不必要的延误，提高运输效率。同时，由于交通管理人员能及时的获取车辆的有关资料，可以优先管理高风险运营的车辆，如运输危险品的车辆，进而及时应对碰撞和其他事故。

智能路边系统的研究可以重点研究以下几个方面：商用货车不停车通行检测，自动路边安全检测，车载安全检测，车流量信息系统和网络（CVISN），智能停车，有害物质检测与追踪等。这几个方面主要涉及到车辆状态（如车型、载重、是否正常行驶等），包括驾驶员状态检测，以及运输货物状态检测。同时，有必要建立专门的管理系统，以保证数据的收集与处理。

8.2 智能交通的内容划分

8.2.1 从系统组成的角度分类

智能交通的内容十分广泛，按信息系统功能和数据流进行划分，智能交通系统可以分为城市交通信号系统、公共调度和服务系统、区域联网不停车收费系统、公众出行信息服务系统等。如图 8-1 所示。

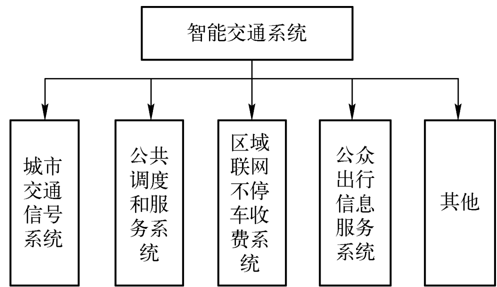


图 8-1 智能交通系统

8.2.2 从面向服务的角度分类

图 8-1 所示是从一个信息系统的角度，对智能交通的内容进行了划分。该划分方式可以从技术的角度阐述清楚数据的流动、共享、应用等。然而，在实际应用中，如果没有从经济或投资的角度理清系统该由谁来投资、谁对投资回报负责、谁来进行系统维护与升级等，经常会造成一些由政府投资建设的系统不能很好地发挥作用或者不能长期地使用下去。为此，我们将从“面向服务”的角度来划分智能交通的服务内容。

面向服务架构（Service - Oriented Architecture，SOA）是最近软件开发中的一个热门词汇。国际上众多 IT 巨头，包括 IBM、Microsoft、BEA，都在基于该架构调整其软件体系，通过不同系统或不同模块间基于松散耦合的消息传递，实现对系统有效的构造、集成、执行、管理等。然而“面向服务”的思想并不首先是一个软件工程的思想。其本质的意义就是从服务的角度对事物、系统、流程等进行分解，进而按松散耦合的方式进行组合，以达到体系的完整性、逻辑性。同时，在分解的过程中，按服务提供者和服务消费者的不同，逐步降低个体间的依赖性，以及按服务内容来划分服务的逻辑边界。

当我们面对智能交通或交通智能化这样一个“事件”时，我们同样可借用“面向服务”的思想来分解其所应包含的内容。首先，交通服务有交通基础设施的提供者。这种提供者可以是政府机构的交通部门，也可以是开通一些隧道或架设桥梁的私营机构。交通基础设施的直接消费者是交通工具。而乘客是交通工具所提供的服务的消费者，他们是交通设施间接的消费者。在此，为了达到更小、更明确的逻辑边界划分，我们不把乘客纳入交通基础设施的消费者进行考虑。由此首先形成了“交通基础设施提供者和交通工具”这样一对服务的提供者与消费者。除此之外，前面刚已提到，当交通工具用来作为交通服务的工具时，其服务提供者就是“交通工具提供者”，而享受该服务的消费者就是乘客。这样也就形成了“公共交通工具提供者和乘客”这样一对服务的提供者与消费者。

在划分出这两对服务提供者和服务消费者后，我们再来划分服务内容的逻辑边界。服务内容是站在服务提供者的立场所能提供的、具有收益的、具有保障的内容。为了形成明确的逻辑边界，我们首先把服务分为“基础服务”和“信息服务”。信息是信息时代的主要内

容，信息服务伴随基础服务，对其进行保障、增值的内容。更进一步，基础服务又可以分为“服务范围”、“收费”、“安全控制与管理” 三个主要方面。这些方面是作为一个服务者要考虑的基本因素。比如，作为一个 Internet 服务商，需要考虑能提供一些什么样的服务，怎样去进行服务收费，在网络出现问题时怎样去补救，以及怎样去为用户提供信息查询服务等。

明确了这些服务提供者、服务消费者以及服务内容后，我们就可以系统地归纳、总结出面向交通智能化所应该提供的服务内容。交通基础设施提供者对交通工具所应提供的服务内容见表 8–1。

表 8–1 交通基础设施提供者所要求提供的服务

服务提供者	服务消费者	基础服务		信息服务
交通基础设施提供者	交通工具	服务范围	可通达的道路设施	路径可达性
				路径选择
				行驶时间估算
				相对位置估计
				路线导航
			交通标志	
			交通控制信号	按优先级控制信号灯
		收费	计费方式	计费方式查询
				费用查询
			计费点	收费点查询
				是否有特别收费路段或区域
			收费方式	收费方式查询
		安全控制与管理	进入控制	可用性查询
			速度控制	实时速度指标
				速度警告
				超速违章惩罚
			数量控制	实时流量指标
				可用性查询
			行驶方向控制	单行线警告
				调头信息查询
				逆行警告
			紧急情况应对措施	故障通告
				改道通知
				可用性查询

公共交通工具提供者应对乘客提供的服务内容见表 8–2。

表 8-2　公共交通工具提供者提供的服务

服务提供者	服务消费者	基础服务		信息服务
公共交通工具提供者	乘客	服务范围	服务路线	服务路线查询
				行程时间估计
				车辆位置分布
				下站到达位置通过
			服务时间	服务时间查询
				下班到达时间估计
				交通状况信息转告
				动态时间估算
		收费	计费方式	计费方式查询
			收费时间	收费方式查询
		安全控制与管理	进入控制	拒载条件通告
			数量控制	数量统计
				拥挤程度通告
				满载状态通告
			经济情况应对措施	接载安排
				接载时间估计

以上划分主要是针对大范围的公路交通以及城市内的公共交通两大类来划分的。这两类也是目前智能交通所要解决的两大主要方面。针对其他一些小范围的、局部的应用，比如停车场、机场、集装箱码头、垃圾处理场等，都可以按服务提供者与服务消费者的方式去划分服务内容，并且由服务提供者根据被服务者的需求去确定是否提供相应的服务。

8.3　RFID 技术在智能交通中的应用模式

8.3.1　RFID 技术在智能交通中应用的可行性

近几年 RFID 技术的热潮是来自于 Auto ID 实验室对建立物流与供应链领域的“物联网（Internetof Things）”的设想。其基本想法就是基于 Internet 的互联互通性，通过电子产品代码（Electronic Product Code，EPC）把供应链的物质网络（Network of Atoms）同 Internet 的比特网络（Networkof Bits）融合起来．形成一个统一的“物联网（Internet of Things）”。形象地说就是在每个物品上贴上 RFID 标签，每个标签都赋予一个唯一的 EPC 码，当货物沿供应链流动时（比如，生产工厂—仓库中心—区域配送中心—零售店—货架—顾客），通过装在相关位置的 RFID 阅读器，可以快速地完成对产品的识别、盘点数量统计、自动补货、防伪检查等，以达到提高物流速度、降低库存水平、提高资金周转率等。该想法得到众多国际零售巨头，比如：Wal－Mart，Target，Metro 的响应与支持，同时也得到了包括美国国防部（Department of Defense，DOD）的支持，从而掀起了一股 RFID 的热潮。

然而在实现上，RFID 在物流与供应链管理方面的进展并不如预计那么顺利。比如 Wal－Mart 已经推迟了它在 2005 年实现全球前 100 大供应商全面采用 RFID 技术的强制性要求。其中的几个主要的因素是：

1）全球标准的不统一。特别是数据格式以及受政府管制的 UHF 频段，美国、欧洲、以及亚太地区的一些国家和地区都有不同的标准。中国也正在制订自己的标准。但是为了实现在全球化的供应链上都能识别采用 RFID 标识的物体，标准的统一非常重要。

2）成本高，投资主体不明确。其成本主要是海量使用的 RFID 标签。由于供应链上涉及众多商业主体，包括产品生产商、物流服务提供商、运输商、仓库管理、海关、机场或码头、分销商等，很难用一种商业模式把他们的投资与利益平衡起来，让某方或让大家共同来投资。

3）技术的成熟性还不够。目前被动式标签中的数据存储时间还有限，标签读取的成功率也受很多环境因素制约。

4）其他因素，包括隐私、安全等问题。

然而，把 RFID 技术应用于局部区域的交通智能化而形成的“车联网（Internetof Vehicles）”具有更高的可行性。这是因为：

1）针对标准不统一的问题。在局部（全国、全省或全市）采用 RFID，可以不用考虑国际化标准的统一问题。

2）投资主题明确。无论是交通基础设施的提供者还是公共交通服务提供者，在有需求提高服务水平的时候，他们就可以考虑进行投资。目前很多高速公路或隧道的不停车收费系统，都是投资主体（或者叫服务提供者）为了提高服务质量而进行的技术改造。

3）技术具有更高的成熟性。针对智能交通的应用中所采用的主动式、超高频标签，其读写距离远、安全性好、数据存储时间更有保障。虽然主动式标签的成本比被动式贵很多，但是针对车辆这种昂贵的物品，主动式标签的成本占的比例非常小。

4）由于采用主动式标签，对于安全性、保密性、隐私问题的处理都有很成熟的技术。

8.3.2 RFID 技术在智能交通中的应用模式

为了达到有效的监控管理与信息服务，在实现方面，需要大规模地在道路上安装 RFID 阅读器，在所有车辆上安装 RFID 标签。在实施方案上，一些学者也对局部区域内的 RFID 技术的实现进行了探讨。

RFID 设备可以在道路交叉口安装红绿灯的支架上安装。一般一个 RFID 阅读器可以连接多条天线，并且阅读器可以从逻辑上区分某个 RFID 标签是被哪一根天线所读到的。因此，一个阅读器同时连多条天线可以满足对每条行车线上的车辆流动情况进行监控。如图 8-2 所示为安装在路口的 RFID 阅读器所形成的网络的示意图。

总之，RFID 阅读器和其天线可以像交通信号灯一样地普遍安装，用来收集行驶在道路上的车辆的动态信息，达到监控以及增值服务的目的。当道路以及车辆都采用 RFID 技术后，结合其他数据通信技术、数据处理系统、信息发布系统等，可以实现如下的针对交通工具智能化服务：

1）相对位置定位。可以确定车辆进入了哪个区间，其定位的精度取决于 RFID 阅读器安装的密度。

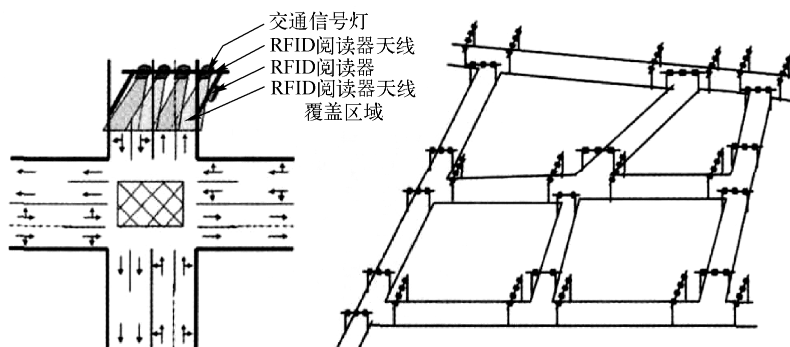


图 8-2　RFID 硬件设备的安装及形成的网络示意图

2）路线导航。根据事先选定的路线，在抵达某关键路口的前一个路口，通过适当的信息发布机制，可以告诉车辆应准备在某条行车道行驶或某个出口驶出。

3）智能信号灯控制。通过安装在路口的 RFID 阅读器可以探测并计算出某两个红绿灯区间的车辆数目，从而智能地计算红灯和绿灯的分配时间。同时，通过对公交车辆类别的识别，实现公交优先的交通信号控制。

4）城市中心区域交通流量控制。对进入城市中心区的车辆，通过安装在路口的 RFID 阅读器，自动计算出行驶长度。从而可以对进入中心区的车辆按行驶长度不停车地进行收费，以降低城市中心区的交通压力。

5）不停车收费。该功能已经在很多高速公路上实现。

6）进入控制。通过装在路口的 RFID 阅读器，并辅以其他自动控制系统，可以不让特定类型的车辆、或有违章记录的车辆进入某区域或某路段。

7）实时速度指标。可以通过计算两阅读器区间的车辆通过时间，进而实时统计出车辆的平均行驶速度。并且可以给出通告，让其他车辆可以知道该路段的顺畅程度，从而选择是否行驶该路段。

8）超速警告。根据两阅读器区间的车辆通过时间，计算出该车辆行驶是否超速。如果超速，则通过适当的信息发布机制，对该车辆进行通告或警告。

9）自动违章记录与惩罚。针对在某区间违章的车辆，在区间出口处识别到该车辆后，可以自动进行违章的记录与惩罚。其费用还可以从自动缴费渠道扣除。

10）实时流量统计。根据两阅读器区间的车辆通过数量，可以实时进行某路段的车辆流量统计。如果流量超过某范围，还可以进行相应的警告信息发布以及进入限制。

11）逆行警告。根据车辆在通过两阅读器区间的时间先后次序，可以判断该车是否是在逆行。如果有逆行，则通过适当的信息发布机制，向该车辆发出警告信息。

12）故障通告。如果某路段因为意外情况或者例行道路维护，需要暂时关闭，则可以在该路段之前的路口，对经过该路口的车辆进行通告，告诉某路段已经封闭，不可进入。

以上是通过 RFID 可以实现的对交通工具的智能服务。针对公共交通工具的乘客的智能服务包括：

1）车辆位置分布。可以通过装在公交站台的显示设备，显示出某路线的所有车辆的目前位置分布。

2）下班到达时间通告。可以通过装在公交站台的显示设备，显示出某路线的下班车辆的大约到达时间。

3）拥挤程度通告。可以通过装在公交站台的显示设备，通告下班即将到达的车辆中已有乘客数量或拥挤程度指标。乘客可以结合其他车辆的位置，选择是否继续等待。

4）公交一卡通。通过装在车辆上的 RFID 阅读器，可以实现公交费用的电子支付，减少钱币的直接支付与找零。该应用已经在很多车辆上实现。更进一步，如果在车辆下车处也装上 RFID 阅读器，可以实现按行程距离收费、实时乘客人数统计、以及前面提到的拥挤程度通告等。

5）下站到达地点通告。通过装在车内的显示设备，可以让车上的乘客知道下站的到达地点，以及整个行程所经过的站名。目前该服务通过司机手动控制已经可以实现。如果采用 RFID，可以更智能、更准确地实现下站到达站名的通告。

6）交通状况信息转告。通过装在车内的显示设备，可以转告从交通基础设施提供者所收到的交通状况信息，比如，实时速度指标、实时流量指标、故障通告等。

7）动态时间估算。结合从交通基础设施提供者所提供的交通状况信息，可以进行余下路线行驶时间的估算，并定期通知给车上的乘客。

以上方面都是结合实际情况归纳总结出来的。这些功能的实现，能更好地满足交通工具以及乘客对交通信息的需求，促进交通的智能化。

8.3.3 与其他相关技术的比较与融合

在实现“车联网”的技术中 RFID 只是一个实现个体识别、定位、导航等用途的工具，它需要有相关的数据通信、数据处理、信息发布、智能控制等技术的配合。在实时定位与导航方面 GPS 技术已经得到了充分的利用。

与 RFID 技术相比 GPS 所获取的定位信息有更高的精度。但是在适用性上 GPS 系统需要昂贵的设备去存储基础 GIS（地理信息系统）数据以及进行复杂的计算。而采用 RFID 技术，只需要一个 RFID 标签，再配合其他通信设备及信息发布设备就可以进行粗略位置的定位以及导航，具有成本低、安装方便、车辆无需改造等特点。但是这两种技术并非相互排斥的。GPS 可以应用于比较空旷的地方，以及对定位精度要求很高的情况下。RFID 可以应用于城市交通网络或者高速公路网络等监控性强的地方。在数据的融合与处理上一些学者对 GIS 在智能交通中的数据模型以及数据融合都作了深入的探讨。GIS 作为一个空间数据处理平台在将来可以融合 RFID 所获取的实时交通信息从而提供针对流量、速度、位置、状态方面的信息。

8.4 RFID 技术在智能交通领域的典型应用

8.4.1 RFID 技术在智能交通领域应用介绍

RFID 技术在交通管理领域有非常广泛的应用，包括高速公路的不停车收费（ETC）、停车场管理、公交车辆管理、城市交通调度、车辆证照信息管理及稽查、行车路径识别等。利用这种技术可以记录车辆信息、行驶路线信息，可以判断车辆是否超出营运范围，还可以采

用 RFID 技术统计交通流量，提供精确的交通流数据，为交通调度提供准确决策依据，从而保障道路通畅有序。目前在交通行业的应用有以下几种。

（1）公路不停车电子收费（ETC）系统

该系统主要实现车辆途经收费站时，在不停车状态下自动完成高效收费、信息查询等相关操作，其系统结构框图如图 8-3 所示。

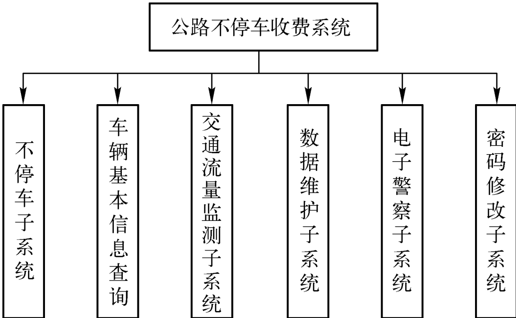


图 8-3　公路不停车收费系统结构模块图

利用射频识别技术，完成对出入车辆的收费管理功能。通过读取 IC 卡中的号码，系统可调用数据库中车辆的基本信息，包括车牌号码、车辆类型、车身颜色、车主姓名、单位名称等，然后将收费信息及时回传给数据库服务器。在车辆进入过程中，车道控制器控制显示牌和信号灯做相应变化，便于驾驶员及时了解收费状态和收费信息。

ETC 系统具有以下优点：具有高可靠性和长寿命性，响应速度快，支持大车流量，系统安全性好，投资少，升级性好。

（2）车辆自动识别 AVI 系统

车辆自动识别 AVI 系统主要分为固定基站（AVI）系统和移动式 AVI 系统。

固定基站 AVI 系统一般用于海关或检查站，检查、识别和记录通过的车辆，它的设备（如阅读器、智能控制器、数据传输单元、电源等）安装在车道旁的机房内，天线安装在车道旁（侧装）或顶蓬上（顶装）。

为了对通过车辆自动放行或拦截，在车道旁装有电动栏杆、红绿灯、报警器、摄像机、显示牌，在车道上埋设有检测线圈。这些设备向智能控制器传递车辆通过信息，接受它的指令控制。为了启动和终止 AVI 系统的读卡，在车道上安装 2 个检测线圈，一个安装在车道入口，另一个安装在车道出口的电动栏杆旁，它们与智能控制器中的线圈检测器配合，感知车辆通过信息，第一个线圈启动系统读卡和车辆计数，第二个线圈用于终止系统读卡和防止栏杆砸车。当载有 RFID 卡的车辆通过车道时，系统读到卡中的识别地址（ID）号和车牌号，叠加上通过时间和车道号，存入智能控制器的存储器里。数据传输单元将系统采集到的车辆数据信息，通过通信网络（如 DDN 网）传到管理中心（或计算中心），同时将管理中心的控制指令下达到 AVI 系统，决定对车辆的自动放行或进行拦截。

在一些应用中，如公安刑侦、路政稽查、重要会议安全保卫，需要配备移动式的 AVI 系统，随时开动并停靠在指定的路旁（或会场入口），对过往车辆进行突击检查和识别。它的设备配置与 AVI 系统固定基站类似，但是更简化，如不配红绿灯、电动栏杆、检测线圈等。移动式 AVI 系统可安装在一辆改装的中巴车上。其中，采用便携式天线和小型乐声报

警器。用手机通过移动通信网（GSM），以发短消息的方式，与指挥中心保持通信联系或进行数据信息交换。车上电源可以采用逆变电源，由蓄电池供电。

（3）公交射频卡应用管理系统

RFID 应用在公交管理系统中实现的功能和特性有以下几个方面。

1）不停车远距离自动识别，实时定点采集公交车辆进出站和通过站台的时间，确定公交车辆所处位置。

2）调度中心 LED 显示牌和站台显示牌可以分别显示公交车在某站台或站台之间的在线运行动态信息（包括车辆所处的位置、载客的拥挤程度、空车、正常信息提示），便于灵活调度车辆和方便乘客。

3）便于稽查公交车辆是否按规定的线路运行，提高车辆到达站台的准时性。

4）便于对车辆的调度、流量统计、车辆考勤、任务考核、路单报表生成，以及维修保养期提示、车辆维修记录、审验记录等方面的自动化管理。

目前我国典型的公交射频卡应用管理系统可以划分为三级（如图 8-4 所示）：公交管理中心、各路车队数据采集中心、各具体公交车（装有车载机）。该系统的硬件主要由车载机、通信接口电路、制卡系统组成。软件系统由数据采集前端软件、公交管理中心服务端软件组成。

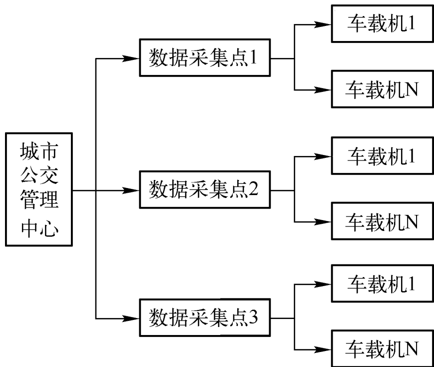


图 8-4　公交射频卡应用管理系统总体框图

（4）车辆智能门禁（GAI）系统

采用 GAI 系统实现对进出大门的车辆进行识别和控制。GAI 系统的配置与固定式 AVI 系统类似，只是采用低功耗悦耳的音乐提示器替代普通的报警器，避免干扰周围工作和居住环境。

为了增加进出住宅小区、停车场车辆的防盗功能，可以给每辆车配备 2 张 RFID 卡，一张固定在车辆挡风玻璃上（称为车卡），另一张由司机携带（称为司机卡），通过 GAI 系统时，司机可以将它放在车上适当位置（挡风玻璃上或仪表盘上），也可手持对准天线。

采用前述双卡识别技术，完成对 2 张卡的识别和数据信息交换。只有当 2 张卡的车牌号完全一致时，该车才能自动放行，否则被拦截。

车辆智能门禁系统主要有以下优点：系统功能齐全、性能稳定可靠、实现正常车辆不停车快速通过、防止车辆被盗、操作使用方便简捷、系统数据安全保密。

8.4.2 RFID 技术在智能交通系统中的应用设想

智能交通服务系统通过车辆在交通中参与过程的主动配合，实现对出行车辆高效的交通诱导，使其行车路线得以优化，可利用交通诱导信息诱导其避开交通拥挤区域。使交通流的运行更加均衡、从而使整个路网的效能得以充分发挥。

智能交通服务系统作为交通诱导信息的产生与管理者的作用时，该系统需要实时获取各种交通流信息，即通过交通指挥控制中心获取整个路网精确的车流分布、车辆流速、交通顺畅程度的信息，通过计算模型生成最佳的交通诱导信息。

把 RFID 技术服务于交通诱导信息系统的核心是：如果车辆的 RFID 车载单元（OBU）实现了每辆车的“个性化”后，路侧单元（RSU）对采集到的车辆数据的成功率与准确率得到很大的提高，数据利用更为有效，和传统的通过“地感线圈”感应车辆信息的方式或采用“视频检测”的方式进行车辆检测方法相比，通过识别电子标签对通过车辆数的统计和监测的效果得到很大的提升。另外，更为重要的是还可以利用以 RFID 为基础采集到的数据的相关性，准确地检测出整个车流的“群速度”。这十分重要，因为车流的“群速度”能直接反映出交通拥挤的状况。

通过应用主动式 RFID 车载设备与 RSU（路侧单元）进行双向数据交换，把沿途安装有 RSU 的地点把交通指挥控制中心可通过 RSU 发布的诱导信息和其它交通信息传送到车载的“数字地图显示仪”中，RSU 同时把它所在地点的地理坐标信息嵌入到下行信息中并影射到数字地图中。可以把这种系统可称为“离散式”的数字定位系统，从某种意义上讲，它能在局部地区起到 GPS 的某些作用。与此同时，车辆还可以根据交通指挥控制中心通过 RSU 发布的导航信息引导司机的驾驶行为，通过人机交互实现导行的目的。

8.5 基于 RFID 技术的智能交通系统设计与开发

通过前面章节的介绍，可以看出 RFID 电子标签有许多优点：读取数据方便快捷，有效识别距离可达 15 m；识别速度快，能够同时处理多个标签，实现批量识别；数据容量大，电子标签可以根据用户的需要扩充；使用寿命长，应用范围广；标签数据可动态更改；多重加密处理，全球唯一识别代码，难以仿制；较好的安全性，可以为标签数据的读写设置密码保护；动态实时通信，只要电子标签出现在阅读器的有效识别范围内，就可以对其位置进行动态的追踪和监控。

本节所实现的基于 RFID 的智能交通系统，要求将车辆信息与 RFID 技术相结合，利用现行网络技术和最先进的数据库分析技术，形成一种新型的以车辆管理为核心的智能交通管理控制体系。该系统的实施将有效解决车辆自动识别和动态监测，逐步实现车辆精准管理、路网动态监测、车流统计与分析、各种交通税费的动态稽征、面向机动车的出行服务与行业应用服务、大众出行路况信息发布等功能。

8.5.1 系统总体设计

在实际的设计中要求一辆车配备一个智能电子车牌，电子车牌实际上是一个 RFID 电子标签，标签存储了经过加密处理的车辆数据。电子标签本身具备全球唯一的 ID 号，该 ID 号

与车管所数据库里的数据唯一对应，其数据只能由授权的无线射频阅读器读取。无线射频阅读器是一种具有微波通信功能和信息存储功能的移动物品识别装置，信号绕射穿透力强。按照系统的设计框架，在各交通干道架设监测基站，监测基站由检测天线、阅读器、数据采集系统和供电部分构成。监测基站通过光纤电缆或者移动基站网络与中心服务器相连，阅读器读取电子车牌中存储的数据，解密后得到此电子车牌对应的车辆信息，包含车辆类型、车辆颜色、车牌号码等。

硬件、软件和数据加密后的电子车牌均不可能被仿制，且每辆车只配备一个电子车牌，若是假、套牌车辆，则必然没有与物理车牌对应的电子车牌，监测基站立即将车辆信息发送到前方交警手持终端上，提示交警拦截。违法车辆所经过的所有监测点都会把此车辆信息传回到指挥中心，指挥中心会根据实时信息对车辆进行布控。

如前所述，本节所实现的基于 RFID 的智能交通系统需要解决的主要问题是实现对车辆的过往信息进行自动采集，为稽查违法车辆、追查肇事逃逸车辆等服务提供依据。系统的整体应用要求包括：系统的方案设计，包括总体架构、标签数据采集软件、实现稽查服务的软件等方面的设计；用于车辆识别的 RFID 电子标签的选用和安装；用于读取 RFID 电子标签信息的 RFID 阅读器设备及天线的安装；计算机通信网络的搭建。

1. 系统需求分析

基于 RFID 的智能交通系统的设计目标如下。

1）基本需求。采集车辆通行记录数据的客户端能够主动地发起连接，发送数据和接收数据至并发服务器端；并发服务器能够被动地接收来自客户端的连接请求，接收数据，缓冲数据，处理数据和发送数据；运用车辆通行记录数据的系统能够完成违法车辆稽查、肇事逃逸车辆路线回放、车流量统计、黑车数据信息导出、电子车牌数据管理等功能。

2）性能需求。并发服务器可以支持多个客户端同时访问，可以并发地处理连接请求和数据，并避免服务器在较大的连接请求下负载过重的情况，设定合理的客户端管理机制；运用车辆行驶数据和管理行驶证的系统具有较高的灵活性，使用 B/S 结构（浏览器/服务器结构），能够在任意 PC 上获取和安装操作阅读器的控件。

2. 系统架构

根据上述系统需求，设计了基于 RFID 的智能交通系统，该系统由数据存储、数据采集、信息管理三大模块组成。

一是数据存储系统存储的数据为系统采集到的数据，为信息管理系统提供基础数据。

二是数据采集系统操作硬件设备完成车辆信息的采集，由数据采集服务器和数据采集客户端组成。数据采集服务器包括服务器和服务器软件，主要采集客户端发送来的数据，并完成存储工作。数据采集客户端由阅读器、工控机、天线、网络设备和控制软件组成，控制软件控制阅读器完成数据的采集，并通过网络设备传输到数据采集服务器。

三是信息管理系统包括数据运用系统、行驶证管理系统和路面稽查终端，该系统具有以下功能。

1）违法车辆稽查。实时完成检测数据信息，若出现违法车辆，则报警并通知执勤民警。

2）肇事逃逸追查。追查肇事逃逸的车辆，并回放出该车辆的运行轨迹，分析逃逸路线，主要依赖于地理信息系统显示各基站实际地理位置和指定车辆历史行驶轨迹。

3）车流量统计。统计车流量，为交通状况分析提供基础。

4）黑名单稽查。检测黑名单中的车辆并进行报警提示。

5）终端管理。可以实现终端信息及相关状态的增加、修改等功能，信息及状态的修改通过修改数据存储系统中终端的信息并将信息发送至相应基站完成。

6）行驶证管理。管理车辆电子行驶证，如发卡、补卡、查询、统计等，采用面向对象的思想设计阅读器控件，可以完成对 RFID 标签即电子车牌信息的操作，无论是更换阅读器还是更换数据运用系统中的 API（程序编程接口），阅读器控件都不需要做任何改动。

7）路面稽查终端。手持式 RFID 阅读器，协助交警完成日常车辆稽查工作。终端可直接完成车辆信息的提取，稽查功能则依赖于信息管理系统导出的黑名单数据文件。

操作员能够使用无线或有线客户端登录信息管理系统，获取数据库中由数据采集服务器存入的车辆通行记录数据信息，并进行各种稽查服务操作，而且将报警信息发送至公安网预警平台。注册和管理行驶证时能够从公安网预警平台获取车辆的所有相关数据信息。

系统所设计的数据采集服务器应能够稳定地处理多客户端并发工作，一般满足 50～100 个客户端同时连接并传输数据，从而能够广泛分布基站，形成更紧密的监控网络。系统同时配备手持式设备，可以提高稽查的移动性和灵活性，手持式设备极大丰富了该智能交通管理系统的功能，增加了系统的实用性，使交警无论是在室内还是在室外都可以完成稽查工作。

8.5.2　系统的硬件组成和网络配置

1. 系统硬件的选型

本系统的硬件主要包括 RFID 电子标签、RFID 阅读器、天线、交换机、通信线路、指挥中心服务器等，线路配置如图 8-5 所示。

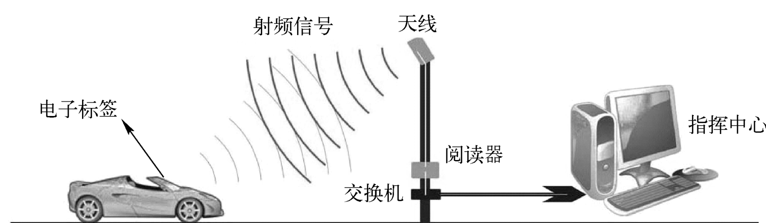


图 8-5　系统硬件和网络结构图

车辆驶入射频信号区域后，阅读器接收电子标签中存储的车辆数据，加密后传送至指挥中心，再由指挥中心对数据进行进一步的处理。

天线安装位置距地面不宜过高或过低，一般为 6.5 m 左右，与垂直方向的夹角大约 68°。由 $6.5\ \text{m} \times \tan 68 = 16\ \text{m}$ 可知，车辆行驶至天线水平距离 16 m 时就应该可以获取到车辆上安装的电子标签数据，也就是说，只有 16 m 左右的距离来获取标签数据，车辆的行驶速度可能过快，因此对电子标签、天线和阅读器的选型要求，增加了许多难度。

（1）RFID 电子标签

考虑到机动车的高速移动性（正常的运行速度均在每小时几十公里到一百多公里之间），每秒行驶的路程可达十几、二十米，而受 RFID 系统的数据传输速率和电子标签响应时间等因素的影响，电子标签和阅读器之间的有效通信距离应在十几米，从而机动车在进入

有效通信范围到离开前有 1 s 以上的时间，以确保数据成功传输。虽然加大 RFID 阅读器的发射功率，识别距离更远，但发射功率太大，电磁波产生的辐射超过一定的范围时，就会对人体和环境产生有害的影响，因此阅读器的发射功率必须遵循一定的功率标准。

相对于低频 RFID 系统，超高频及微波 RFID 系统具有读写距离远的特点，因此本系统采用的电子标签工作频率为 915MHz。考虑到实际应用中 RFID 电子标签应永久固定在机动车车牌内，采用无源电子标签，可避免更换电池的弊端。

本系统中的电子标签采用的是全球通用的第二代（EPC Global Class 1 Gen 2）RFID 标准，这个标准属于 ISO/IEC 18000 6c 标准。

（2）RFID 阅读器及天线

按照系统需求，RFID 阅读器必须选择与 RFID 标签频率相适应的型号，必须具备读写稳定、灵敏度高、识别距离远、适于携带安装、适应极端天气变化等工业级的要求。经过反复对比和大量实际测试，选用国内优秀的 RFID 阅读器进行比较，最终得到与智能交通系统相适应的阅读器型号。RFID 阅读器对比见表 8–3。

表 8–3　阅读器参数对比表

RFID 阅读器型号	XAFD6134A（阿法迪）	C216011（高特）	W216001（国高）	C275001（高特）
读写兼容协议	ISO18000 –6B ISO18000 –6C	ISO 18000 –6B ISO 18000 –6C	ISO/IEC 18000 –6C	ISO 18000 –6B ISO 18000 –6C
识别工作频率	902 ~928 MHz	860 ~960 MHz	902 ~928 MHz	860 ~868 MHz
兼容天线及最大增益	线性或圆极化天线，12 dbi	线性或圆极化天线，8 dbi	圆极化天线，12dBi	线性或圆极化天线，6 dbi
读写距离（官方/实测）	小于 20 m /小于 16 m	小于 10 m /小于 8 m	小于 30 m /小于 16 m	小于 8 m /小于 6 m
实测车速识别率	车速小于 200 km/h 时，识别率 100%	车速小于 200 km/h 时，识别率 90%	车速小于 200 km/h 时，识别率 100%	车速小于 200 km/h 时，识别率 70%
工作温度（官方/实测）	–40° ~ +70° / –10 ~ +35	–40° ~ +70° / –10 ~ +35	–40° ~ +70° / –10 ~ +35	–40° ~ +70° / –10 ~ +35
防护等级	IP56	IP56	IP55	IP54

由上可知，RFID 阅读器的阅读距离必须足够长，才能获取车速较快时通过车辆的电子标签数据信息，因此需要外接 12 dbi 天线，而且阅读器要兼容不同类型的天线，同时阅读器的防护等级要足够高。

根据硬件参数对比和现场测试，西安市阿法迪信息技术公司生产的型号为 XAFD6134A 的 RFID 阅读器在标签阅读距离方面优于表 8–3 中其他型号的阅读器，故选用该型号的阅读器。该型号的阅读器具有多协议兼容、分体式设计、可外接四路天线、读取速率快、多标签识读、工业级设计等优点，读写兼容 ISO18000 –6B、ISO18000 –6C（EPC GEN2）标准的电子标签。工作频率在 902 ~928 MHz 和 865 ~868 MHz 可调，发射功率可调范围在 0 ~30 dbm 之间，外接 12 dbi 天线，读卡距离大于 12 m。读卡方式为标准配置主从模式读卡，可定制自动模式读卡和外部控制读卡功能。数据接口是标准配置 RS232、RJ45（TCP/IP）。工控机连接 RFID 阅读器，控制是否获取 RFID 电子标签信息及传输至服务器进行处理。

（3）交换机

交换机采用工控机，负责采集所连接的阅读器对应天线检测到的电子标签信息，并存储到本地以及发送到数据采集服务器进行记录。

（4）指挥中心

指挥中心数据采集服务器使用 IBM System x3950 M2，CPU 为 Intel Xeon CPU E7420 * 4，32GB 内存，2TB 硬盘，安装 Windows Server 2003 操作系统，Oracle 10g 数据库，数据采集服务器软件，负责将电子标签内的信息存储至数据库表中。

数据运用系统和行驶证管理系统均为 B/S 结构，可使用普通微机，只需安 IE 浏览器，通过人机交互，直接完成相应功能，包括显示设备位置、肇事车辆路线、黑名单车辆位置、注册 RFID 电子车牌等。

8.5.3　基站的构成与分布

基于 RFID 的智能交通系统由分布在整个城市交通干道、卡口、市区各出口处建设的基站单元和机动车 RFID 电子标签构成。

基站单元由支架横杆、阅读器主机、天线、控制主机、供电转换模块、网络传输交换接口、摄像机、车牌识别仪等组件构成。基站安装在岔口附近，天线架设在支架横杆上，每个车道对应一部探测天线，每台阅读器主机连接多条天线。阅读器可以从逻辑上区分某个 RFID 标签是被哪条天线所读到的。因此，一个阅读器连同多条天线可以对每条车道上的车辆流动情况进行监控和数据采集。阅读器通过网线连接到立杆上设备箱里的交换机，交换机通过电信线路接到指挥中心的数据服务器。基站构成如图 8-6 所示。

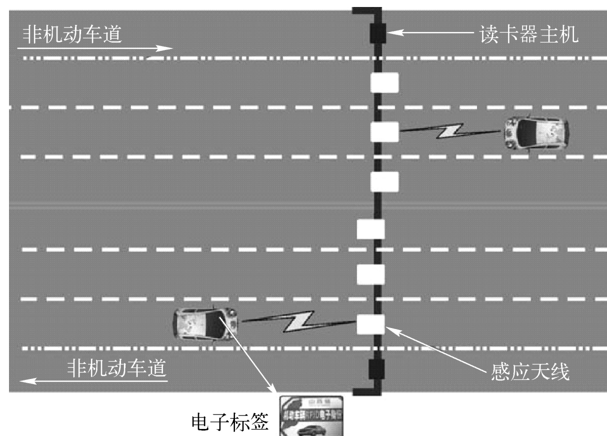


图 8-6　基站构成示意图

将基站安装在车流量比较大的道路上或容易出现交通事故路段、市区所有的出口、高速公路出入口、国道收费站出入口，尽可能均匀分布形成一个有效的“电子围栏”系统。

通过各基站来采集行驶在道路上的车辆的动态信息，可以完成违法车辆稽查、肇事逃逸追查、车流量统计和黑名单稽查等车辆管理功能。

8.5.4　数据存储系统的设计

数据存储系统由多个数据库表组成。目前一般的关系数据库都采用 C/S（客户端/服务

器）体系结构，在这种体系结构中，客户端可以初始化一个与服务器通信的事务，该事务定义了所需信息的资源，而将大量的工作留给了服务器来完成；服务器是数据库服务器，能够与客户端共享数据，能够执行由客户端通过网络传递过来的 SQL 语句，方便客户端对数据进行管理访问，而且这种访问管理是可以由服务器设置权限的。

数据存储系统包括车辆数据表、车辆通行信息表、终端设备信息表、黑车信息表、报警信息表、操作日志表、部门信息表、权限表和用户权限表九张表，本节将对前六张表进行详细介绍。

（1） 车辆数据表

用于记录机动车的电子标签 ID 号码与车牌号码对应关系等基本信息，该数据表的数据由行驶证管理系统产生、更新及维护。数据表属性见表 8-4。

表 8-4　车辆数据表

列　　名	数 据 类 型	是 否 可 空	注　　释
TAG_ID	NUMBER(20)	N	电子标签的 ID 号
PLATE_NUM	VARCHAR2(11)	N	车牌号码
TYPE	NUMBER(4)	N	车辆类型
OPERATOR_NAME	VARCHAR2(8)	N	操作员姓名
GRANT_TIME	DATE	N	操作时间
TAG_TYPE	NUMBER(4)	N	操作类型

电子标签的 ID 号（TAG_ID）为数据表的主键，不允许重复数据出现。查询记录时，通过主键可以快速定位到要访问的记录所在的数据块，从而大大减少读取数据块的 I/O 次数，因此可以显著提高系统性能。

机动车车牌号码（PLATE_NUM）对应已安装电子标签的机动车车牌号码。由于不同车辆类型可能会使用同一编码的车牌号码，所以还需机动车车辆类型（TYPE）来进行区分。

其他三项用于记录进行发卡、补卡的相关操作的信息。

（2） 车辆通行信息表

用于记录机动车的电子标签 ID 号码、位置、通过时间等信息，该数据表的数据由数据采集系统产生。数据表属性见表 8-5。

表 8-5　车辆通行信息表

列　　名	数 据 类 型	是 否 可 空	注　　释
UUID	NUMBER(10)	N	记录序号
PLATE_NUM	VARCHAR2(12)	N	车牌号码
VEHICLE_TYPE	NUMBER(2)	N	车辆类型
DEV_ID	CHAR(1)	N	设备编号
TIME	DATE	N	通过时间
ANTENNA_NUM	NUMBER (2)	N	天线号

记录序号（UUID）由数据采集系统按顺序自动编号，为该表的主键，不允许重复。作用是为数据运用系统对该数据表进行数据分析时进行记录定位，避免对已经分析过的记录重

复分析。

车牌号码（PLATE_NUM）和车辆类型（VEHICLE_TYPE）用于记录车辆信息，允许重复数据出现，即同一机动车可能会多次经过同一地点。设备编号（DEV_ID）保存机动车经过的基站安装的阅读器编号。

通过时间（TIME）保存机动车通过该卡口的具体时间。天线号（ANTENNA_NUM）则为机动车被检测到的天线所处路口位置。

（3）终端设备信息表

用于记录各个基站所安装设备的相关信息，该数据表的数据由信息管理系统产生、更新及维护。数据表属性见表 8-6。

表 8-6　终端设备信息表

列　　名	数据类型	是否可空	注　　释
DEV_ID	VARCHAR(16)	N	设备编号
IP	VARCHAR(16)	Y	设备 IP 地址
ADDRESS	VARCHAR2(64)	N	设备地址
LANE_CNT	NUMBER(2)	N	天线数量
STATUS	CHAR(1)	N	状态
PASSWORD	VARCHAR2(16)	N	登录密码
REMARK	NUMBER(2)	Y	备注信息
LONGITUDE	NUMBER(10,6)	N	设备地理经度
LATITUDE	NUMBER(16,10)	N	设备地理纬度
IS_ONLINE	CHAR(1)	Y	是否在线

设备编号（DEV_ID）保存基站安装的阅读器编号。

登录密码（PASSWORD）与设备编号构成该阅读器连接网络的账号。

设备 IP 地址（IP）保存阅读器相关网口的 IP 地址。

设备地址（ADDRESS）保存阅读器所在基站的实际地址。

天线数量（LANE_CNT）保存连接阅读器的天线个数。

状态（STATUS）保存阅读器的启用状态，即阅读器是否启用。

备注（REMARK）保存其他的信息。

设备地理经度（LONGITUDE）和设备地理纬度（LATITUDE）为数据运用系统所使用，利用系统中 GIS 模块可在地图上显示出各个设备的位置和车辆的历史运行轨迹。是否在线（IS_ONLINE）保存阅读器的连接状态，即阅读器连接或断开。

（4）黑车信息表

用于记录黑车的车牌号码、车辆类型、报警级别等信息，该数据表的数据由行驶证管理系统产生、更新及维护。数据表属性见表 8-7。该表数据可由行驶证管理系统导出，并导入到路面稽查终端中，用于交警路面稽查。

表 8-7　黑车信息表

列　　名	数据类型	是否可空	注　　释
UUID	NUMBER(10)	N	序号

（续）

列　　名	数 据 类 型	是 否 可 空	注　　释
PLATE_NUM	VARCHAR2(12)	N	车牌号码
VEHICLE_TYPE	NUMBER(2)	N	车辆类型
TIME	DATE	N	添加时间
OPERATOR_ID	VARCHAR2(16)	N	操作人
LEVEL_NUM	NUMBER(2)	N	报警级别

记录序号（UUID）由信息管理系统按顺序自动编号。

车牌号码（PLATE_NUM）和车辆类型（VEHICLE_TYPE）用于记录车辆信息。

操作人（OPERATOR_ID）和添加时间（TIME）保存增加黑车信息的操作人和时间。

报警级别（LEVEL_NUM）为相关级别，黑车需要分级管理，分别为布控车辆、黑名单、违法车辆。

（5）报警信息表

用于记录违法机动车的车牌号码、报警原因、通过卡口位置等相关信息，该数据表的数据由数据采集系统产生、更新及维护。数据表属性见表 8-8，其中处理状态值为 0 表示未处理，值为 1 表示已处理。

表 8-8　报警信息表

列　　名	数 据 类 型	是 否 可 空	注　　释
UUID	NUMBER(10)	N	序号
PLATE_NUM	VARCHAR2(12)	N	车牌号码
REASON	NUMBER(2)	N	报警原因
VEHICLE_TYPE	NUMBER(2)	N	车辆类型
DEV_ID	CHAR(1)	N	卡口编号
TIME	DATE	N	通过时间
ANTENNA_NUM	NUMBER (2)	N	天线号
REMARK	NUMBER(2)	Y	备注信息

记录序号（UUID）由信息管理系统按顺序自动编号。

车牌号码（PLATE_NUM）和车辆类型（VEHICLE_TYPE）用于记录车辆信息。

报警原因（REASON）保存车辆录入报警信息表的具体原因，如肇事逃逸、被盗抢、嫌疑车辆、未年检、保险过期等。

设备编号（DEV_ID）保存在基站安装的阅读器编号。

通过时间（TIME）保存机动车通过该卡口的具体时间。

天线号（ANTENNA_NUM）为机动车被检测到的天线所处路口位置。

备注（REMARK）保存其他的信息。

（6）操作日志表

用于记录各操作记录的操作人编号、操作时间、操作类型、主机 IP 等信息，该表由信息管理系统产生、更新及维护。数据表属性见表 8-9。

表 8-9　操作日志表

列　　名	数 据 类 型	是 否 可 空	注　　释
LOG_ID	NUMBER(10)	N	日志序号
OPT_TYPE	CHAR(1)	N	操作类型
USER_ID	VARCHAR2(16)	N	操作人编号
CONTENT	VARCHAR2(128)	N	操作内容
TIME	DATE	N	操作时间
IP	VARCHAR2(16)	N	主机 IP

日志序号（LOG_ID）由信息管理系统按顺序自动编号。

操作人编号（USER_ID）、操作内容（CONTENT）、操作类型（OPT_TYPE）和添加时间（TIME）保存操作的相关信息。

主机 IP 保存进行该操作的主机 IP 地址。

除了以上六张表以外，还有部门信息表、权限表、用户权限表。部门信息表用于记录各个管理员的相关信息，与权限表和用户权限表共同管理各个管理员的操作权限。

第 9 章　RFID 在配送中心的应用

9.1　物流配送及配送中心

9.1.1　配送及配送中心的定义

《国家标准物流术语》对配送及配送中心的定义是：

配送（Distribution）就是在经济合理区域范围内，根据用户要求，对物品进行拣选、加工、包装、分割、组配等作业，并按时送达指定地点的物流活动。

配送中心（Distribution Center）是从事配送业务的物流场所或组织。配送中心的设立主要是为了实现物流的配送。因此，配送中心是位于物流节点上专从事配送活动的经营组织或经营实体。

配送中心是一种新兴的经营管理型态，具有满足市场需求及降低流通成本的作用。建立物流配送中心的根本目的是提高服务水平和营业额、降低成本和增加效益。配送中心按其设立者、服务功能、属性等有以下分类。

（1）按配送中心的设立者分类

制造商型配送中心——M. D. C（Distribution Center built by Maker）；

批发商型配送中心——W. D. C（Distribution Center built by Wholesaler）；

零售商型配送中心——Re. D. C（Distribution Center built by Retailer）；

专业物流配送中心——T. D. C（Distribution Center built by TPL）。

（2）按服务范围分类

城市配送中心、区域配送中心——R. D. C（Regional Distribution Center）。

（3）按配送中心的功能分类

储存型配送中心、流通型配送中心、加工型配送中心。

（4）按配送货物的属性分类

食品配送中心、日用品配送中心、医药品配送中心、化妆品配送中心、家电品配送中心、电子（3C）产品配送中心、书籍产品配送中心、服饰产品配送中心、汽车零件配送中心以及生鲜处理中心等。

9.1.2　物流配送中心的基本作业流程

物流配送中心虽有多种，但其基本作业流程基本一致，如图 9-1 所示。

从图 9-1 中可以看出，配送中心包含的 9 项基本作业活动分别是：进货、搬运、储存、盘点、订单处理、拣货、补货、发货、配送。

实践证明，物流成本约占商品最终售价的 30%，其中包括配送、搬运和储存等成本。一般情况下，拣货作业的成本约为其他堆叠、装卸和运输等作业成本总和的 9 倍，占物流搬

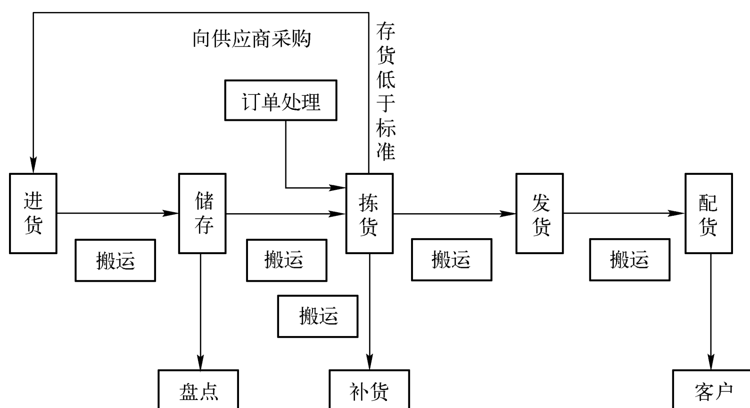


图 9-1　物流配送中心的基本作业流程图

运成本的绝大部分。为此，若想降低物流搬运成本，首先应从拣货作业着手改进，这样才能达到事半功倍的效果。

从人力需求的角度来看，目前绝大多数的物流中心仍属于劳动力密集型产业，其中与拣货作业直接相关的人力更是占 50% 以上，且拣货作业的时间投入也占整个物流中心的 30% ～40% 。

现代物流配送涉及大量纷繁复杂的产品，对信息的准确性和及时性要求非常高。而配送中拣货作业是最繁重、最易出差错的工作。与传统出库方式相比，利用电子标签实现拣货可以实现无纸化作业，大大提高作业效率和准确率，使出库时间大大减少。在日本和韩国，电子标签已成为大部分物流配送中心的标准配置。

9.2　传统物流配送中心存在的主要问题

消费者需要高水平的服务和具有竞争力的价格，因此需要设置配送中心进行集中配送，这样可以更有效地组织物流活动，控制物流费用；集中存储物资，保持合理的库存；提高服务质量，扩大销售；防止出现不合理运输。而传统的配送中心主要存在以下几个方面的问题。

1）存货统计缺乏准确性。由于某些条码不可读或者一些人为错误，使得存货统计常常不很精确，从而影响到配送中心配送决策。

2）订单填写不规范。很多订单没有正确填写，因此很难保证配送中心每次都可以将正确数量的所需货物发送到正确的地点。

3）货物损耗。在运输过程中的货物损耗始终是困扰配送中心的问题，损耗的原因有因为货物存放错了位置引起的，也有货物被偷盗而损失的，还有因为包装或者发运时出错误造成的。美国的一项调查表明，零售业的货物损耗可以达销售量的 1. 71% 。

4）清点货物。传统方法在清理货物时效率很低，而为了及时了解货物的库存状况又需要随时清点，为此需花费大量的人力、物力。

5）劳动力成本。劳动力成本已经成为一个比较严重的问题，统计表明，在整个供应链成本中，劳动力成本所占比重已经上升到 30% 左右。

9.3 RFID 技术在物流配送中心的应用

针对传统物流配送中心存在的问题，下面详细论证如何在配送中心应用 RFID 技术。

（1）入库和检验

当贴有射频标签的货物运抵配送中心时，入口处的阅读器将自动识读标签，根据得到的信息，管理系统会自动更新存货清单。同时，根据订单的需要，将相应货品发往正确的地点。这一过程将传统的货物验收入库程序大大简化，省去了繁琐的检验、记录、清点等大量需要人力的工作。

（2）整理和补充货物

装有移动阅读器的运送车自动对货物进行整理，根据计算机管理中心的指示自动将货物运送到正确的位置，同时将计算机管理中心的存货清单更新，记录下最新的货品位置。存货补充系统将在存货不足指定数量时自动向管理中心发出申请，根据管理中心的命令，在适当的时间补充相应数量的货物。在整理货物和补充存货时，如果发现有货物堆放到了错误位置，阅读器将随时向管理中心报警，根据指示，运送车将把这些货物重新堆放到指定的正确位置。

（3）订单填写

通过 RFID 系统，存货和管理中心紧密联系在一起，而在管理中心的订单填写，将发货、出库、验货、更新存货目录整合成一个整体，最大限度地减少了错误的发生，同时也大大节省了人力。

（4）货物出库运输

应用 RFID 技术后，货物运输将实现高度自动化。当货品在配送中心出库，经过仓库出口处阅读器的有效范围时，阅读器自动读取货品标签上的信息，不需要扫描，可以直接将出库的货物运输到零售商手中，而且由于上述过程是自动操作的，整个运输过程速度大为提高，同时所有货物都避免了条码不可读和存放到错误位置等情况的出现，准确率大大提高。

案例 1：Epicor 近期宣布其集成化完整的配送解决方案软件支持 RFID 技术

这种软件同时支持进货型和出货型 RFID。进货型 RFID 功能，是指在接受订购的货品时只需读取 RFID 标签即可完成收货任务，不再需要高级电子发货通知（Advanced Ship Notifications，ASN）。出货型 RFID 功能，可以对 RFID 标签进行写入操作，此项操作由系统的仓库管理和数据采集模块在按订单发货时完成。货品的 EPC 数据写入 RFID 标签，同时储存在配送系统内。需要对货品进行跟踪时很容易调出。EPC 数据在箱装和盘装货品的标签上面可以读出，这个数据同时也包含在电子发货清单上面。这种软件可以帮助企业在物流和配送网络作业过程中提高效率。

案例 2：上海联华便利配送中心无线条码数据终端系统

这是一个典型的 RFID 与条形码结合的物流系统模型。联华便利配送中心解决方案采用 WMS（仓库管理系统），实现整个配送中心的全电脑控制和管理，以无线数据终端并依靠条码自动识别技术，在各个物流环节以条码为载体进行实时物流操作，以自动化流水线来输送，以数字拣选系统（DPS）来拣选。配送中心进货后，立即由 WMS（仓库管理系统）进行登记处理，生成入库指示单，同时发出是否能入库的指示。工作人员用手持终端对该托盘

的条码进行记录。在货品传输时，根据输送带侧面安装的条码阅读器对托盘条码进行确认，计算机立即对托盘货物的保管和输送目的地发出指示。货物在下平台前，由入库输送带侧面设置的条码阅读器将托盘条码输入计算机，系统根据该托盘情况，对照货位情况，发出入库指示。整个系统以条码为主线贯穿全过程，达到了高效可靠的效果。

5500 数据终端，作为既可以读取 RFID 信息又可以扫描条码的新一代数据终端，它在整个物流运作过程中起到不可或缺的作用。5500 手持无线数据终端和 RFID 与条码系统共同来完成工作，其中，可以反复使用的托盘和笼车上贴有 RFID 标签，以实现大量商品的快速进出库管理；而商品上有条形码，可以满足销售的需要。其工作流程如下。

1）入库时，用 5500 手持终端设备对托盘上的 RFID 标签写入承载物品信息及进货品种、数量、保质期等数据进行进货登记输入。

2）然后由输送带侧面安装的 RFID 读取装置对托盘上的标签进行确认，由系统安排货位，再由叉车作业者根据 5500 手持终端指示的货位号将托盘送入指定货位，经确认后，在库货位数将自动更新。

3）出库时，工作人员在空笼车上的塑料袋里插好出库单，将楼层号和商店号等信息写入笼车上的 RFID 标签，并将空笼车送到仓库。

4）做好以上准备后，拣选人员在确认笼车内 RFID 标签上的商店号码与商店号码显示器显示的号码一致后，开始进行拣选工作。

5）工作人员根据散货笼车上的 RFID 信息，快速确认内容商品的属性，将不同商店分散在多台笼车上的商品归总分类，附上交货单，依照送货平台上显示器显示的商店号码将笼车送到等待中对应的运输车辆上。

6）电脑配车系统将根据门店远近，合理安排配车路线。

9.4 RFID 在配送中的两种应用方式

配送中心信息管理系统必须具备系统管理、出入库管理、订单管理、发货计划、采购管理、报表管理和退货管理等业务流程。其中，重点是配送中心内的主要流程环节，如出库管理、入库管理、订单处理和出货计划等。

电子标签拣货系统又称 CAPS（Computer Assisted Picking System），其工作原理是通过电子标签进行出库品种和数量的指示，从而代替传统的纸张拣货单，提高拣货效率。电子标签在实际使用中，主要有 DPS 方式和 DAS 方式。

DPS（Digital Picking System）方式就是利用电子标签实现摘果法出库。首先要在仓库管理中实现库位、品种与电子标签对应。出库时，出库信息通过系统处理并传到相应库位的电子标签上，显示出该库位存放货品需出库的数量，同时发出光、声音信号，指示拣货员完成作业。DPS 使拣货人员无需费时去寻找库位和核对商品，只需核对拣货数量，因此在提高拣货速度、准确率的同时，还降低了人员劳动强度。采用 DPS 时可设置多个拣货区，以进一步提高拣货速度。DPS 一般要求每一品种均配置电子标签，对很多企业来说，投资较大。因此，可采用两种方式来降低系统投资。一种是采用可多屏显示的电子标签，用一只电子标签实现多个货品的指示。另一种是采用 DPS 加人工拣货的方式：对出库频率最高的 20% ~ 30% 产品（约占出库量的 50% ~80%），采用 DPS 方式以提高拣货效率；对其他出库频率不

高的产品，仍使用纸张的拣货单。这两种方式的结合在确保拣货效率改善的同时，可有效节省投资。

DAS（Digital Assorting System）方式是另一种常见的电子标签应用方式，根据这些信息可快速进行分拣作业。同 DPS 一样，DAS 也可多区作业，提高效率。电子标签用于物流配送，能有效提高出库效率，并适应各种苛刻的作业要求，尤其在零散货品配送中有绝对优势，在连锁配送、药品流通场合以及冷冻品、服装、服饰、音像制品物流中有广泛应用前景。而 DPS 和 DAS 是电子标签针对不同物流环境的灵活运用。一般来说，DPS 适合多品种、短交货期、高准确率、大业务量的情况；而 DAS 较适合品种集中、多客户的情况。无论 DPS 还是 DAS，都具有极高的效率。

9.5 RFID 在配送中的应用成效

（1）RFID 在国内外物流配送应用中的成功案例

在配送环节，采用射频技术能大大加快配送的速度和提高拣选与分发过程的效率与准确率，并能减少人工、降低配送成本。据台湾工业研究院统计，RFID 要比人工录入或条码扫描的效率高得多，参见表 9-1。

表 9-1　人工录入、条码与 RFID 处理速度比较表

数　据　量	1 笔	10 笔	100 笔	1000 笔
人工录入	10 秒	100 秒	1000 秒	2 小时 47 分
扫描条码	2 秒	20 秒	200 秒	33 分
RFID 读取	0. 1 秒	1 秒	10 秒	1 分 40 秒

资料来源：台湾工研院经资中心整理

1）沃尔玛（Wal－Mart）的应用成效。沃尔玛的 RFID 应用试点项目在美国得州的 3 家配送中心，连锁店，实施的效益预期见表 9-2。

表 9-2　沃尔玛 RFID 系统实施效益分析（一年期）

效益项	金额/亿美元	备　　注
商品扫描	67	减少对托盘、包装以及单品的条码扫描，节省 15% 劳动力成本
减少缺货	6	智能货架实时监视在架商品信息，及时补货
减少偷盗	5. 75	实施商品监控，减少仓库丢失、作业失误和供货商不良行为
跟踪管理	3	提高配送中心每年超过 10 亿托盘和包装的货物的跟踪与管理效果
商品可视化	1. 8	对在沃尔玛供应链上的仓库和配送中心的库存商品进行可视化管理，最大限度地减少库存商品数量，从而减少资金占压，节省投资成本
合计	83. 55	每年创造的直接经济效益为 83. 55 亿美元

资料来源：e Week. Sept 15，2003

据 RFID 射频快报报道，2005 年 10 月，沃尔玛发布了美国阿肯色州大学所作的一项有关 FRID 对供应链影响的调研报告。调查结果显示，在采用 RFID 标签后，产品缺货率减少 16%；商品缺货后的补货速度比只用条码时快 3 倍；手工订货率也减少了 10%。

该项调研持续了 29 周，涉及沃尔玛 24 个分店（其中 12 个分店部署了 RFID 系统，12

个分店没有部署 RFID 系统）。以上的调查结果表明了 RFID 在供应链应用中的潜在效益。

2）麦德龙（Metro）的应用成效。麦德龙集团决定在其最繁忙的德国乌纳市（Unna）配送中心建立一个 RFID 货盘全面追踪中心。麦德龙目前运作有多项 RFID 应用技术，包括一套可以识别挂装货柜且每小时最高可分拣 8000 件货物的系统。Intermec 再次被选为向麦德龙提供 RFID 阅读器的厂商，40 多台 Intermec 生产的固定式、手持式和创新性的车载 RFID 阅读器目前已投入使用，在识别的 50000 多个货盘中，标签识别成功率在 90% 之上，并使得仓库劳动量减少了 14%，库存状况提高了 11%，货物损失减少了 18%。在配送中心，货盘追踪是 RFID 技术操作的基础。大约有 20 个麦德龙集团的供应商（2005 年底前将增长到 100 家）将 RFID 标签应用到配送中心的箱柜和货盘上。这促使麦德龙集团决定将实验阶段取得的成果推广到其他领域。

3）英国药品配送的应用成效。现在，RFID 技术已被证明能在配送时快速辨识出伪造药品。英格兰和威尔士的 44 家企业参与了 RFID 技术的测试，这些企业包括社区药店、连锁药店、医院的药房和诊疗所，英国 Merck 医药公司、Novartis、Schering 医疗保健公司和 Solvay 公司也加入其中。有 18 万多件医疗产品（从注射针头到常见的感冒药 Nurofen）在配送时经过扫描。大约有 2 万件医疗产品已经被贴上条形码或是 RFID 标签。当使用 Aegate 的扫描仪进行扫描时，如果药品符合安全数据库的数据信息，就可以得到授权，如果不符合就被拒绝授权。

4）Woolworth Group 的应用成效。Woolworth Group 是家庭和娱乐行业较大的产品销售商，在英国拥有 480 多家连锁店，18 家大型仓库和 82 家 MVC 店（音乐商店），2002 年销售额超过 50 亿美元。

Woolworth Group 在其配送中心应用 RFID 后，经过测算，有以下应用成效。

每年高达 4.5 亿美元商品被盗的损失，应用 RFID 后可以减少 5% ~10%；实施 RFID 系统可以提高商品的可视化销售管理，商品的可视化程度每增加 1%，商品的销售额就增加 0.25%；RFID 方案的实施还可以减少 6% 的缺货率，也就是增加了 6% 的销售额。

5）深圳白沙物流公司的应用成效。RFID 在我国物流配送中的应用虽然刚刚起步，但也已经取得不错的成绩：如在自动化立体仓库的托盘上安置射频标签，可以明显提高管理的精细化程度，海尔、深圳白沙集团、昆明市烟草公司等都有这样的成功案例。

白沙集团投资成立的深圳白沙物流公司成立于 1992 年，注册资金 6000 万元，总投资 2.5 亿元，是知名的第三方物流公司。目前拥有 4 万平方米的现代化仓储大楼一幢、7000 平方米现代化单层钢结构仓库一幢。

2005 年 2 月，白沙物流公司 RFID 仓储管理系统开始试运行。在导入 RFID 系统之前，产品入库时，要用条码扫描将每件产品的条码进行逐一扫描。出库时又要重复一遍。条码是否有重码或遗漏不能及时发现，而且不同条码的产品存放的具体位置也无法确定。整个过程存在大量的重复劳动和出错的隐患。RFID 突破了传统的库存盘点方式。盘点时，电脑将数据库的数据用货位图的方式显示出来，每个货位图上显示货物的名称、数量等相关信息。操作人员只需参照货位图进行核对即可。如有差异，操作人员可用手持机扫描后传到电脑，由电脑进行对比，并将差异表示出来。

目前白沙物流公司 RFID 系统的应用是托盘 + 条码管理，也就是说，在近百个托盘上安装了“电子标签”，而每件物品上则还是“条码标签”。RFID 系列是用电子标签的动态信息

来管理印刷条码的静态信息，货品移动的每一个过程由标签与阅读器自动记录，自动处理。这样几乎省掉了一大半重复性劳动，所以现在的仓储管理效率和准确性得到了极大的提高，仓库利用率由 30% 提升到了 80%，同时由于托盘是重复使用的，电子标签也重复使用，这样使硬件成本得到了有效控制。而且借力 RFID 的应用，白沙物流公司还大大简化了作业流程：从产品下线、运输、入库、出库、到达，实现了全程监控和及时、准确的管理。

（2）应用 RFID 技术给配送中心带来的效益

综上所述，在配送中心应用 RFID 技术后，可以带来如下几个方面的效益。

1）缩短作业流程、改善盘点作业质量、节省人力成本。传统的配送中心由于要对货品进行扫描和定位工作，作业流程烦琐，需要花费大量的人力，相应的统计、核对也是费时费力。应用了 RFID 技术后，可以有效缩短作业流程，改善盘点作业质量，几乎所有的扫描和核对都是自动进行的，仅此一项，即可节省人力成本达 30%～40%。

2）增加配送管理的透明程度。在流程中捕获数据、信息传送更加迅速准确。由于可以知道每个货物的精确位置，数据的管理具有及时性和准确性，将录入存货信息时人为出错的可能性彻底消除，使得存货信息精确性大大提高，并更加及时可靠。

3）订单填写效率提高。由于入库、整理、补充的可靠性提高，时间及时，订单填写过程中避免了很多无效或者不合理订单的出现，缩短了整个订购的周期，提高了在整个供货配给中填写订单的效率。

4）增大配送中心的吞吐量、降低运转费用、降低货物损耗。调查显示，货物的损耗主要由盗窃、运输过程中的丢失、因为管理和核对的错误带来的遗失等引起，其中运输过程中的丢失在货物配送中是非常普遍的现象。由于 RFID 技术可以详细管理到每一个货物，所以能够极大地降低配送过程中货物损耗和丢失。

根据有关统计，通过对各个供应链中的生产、仓储、运输等环节数据的采集，使用 RFID 可以带来如下效果。

1）库存的可用性提高 5% 至 10%；库存可用性的提高使得销售量提高 3% 至 7%。

2）盗窃损失减少 40% 至 50%。

3）送货速度提高 10%。

4）场地管理减少 30%。

5）物品存储的人工成本减少 65%。

6）存货成本减少 25%。

7）循环计算成本减少 25%。

8）损坏率和过期商品的销账减少可达 20%。

9）丢失包裹而导致的投诉减少 98%。

10）仓库产品的吞吐量提高 20%。

当然，企业在配送活动中是否应导入 RFID 标签，衡量方法比较简单，主要看三方面：一是服务时间要求，二是准确率要求，三是成本要求。从成本角度来说，现阶段我国劳动力成本还较低，电子标签的成本似乎要高很多，但市场竞争对服务时间和准确率不断提出更高要求，企业必须要平衡费用和效率间的关系。

9.6 RFID 在物流配送应用中的瓶颈与问题

9.6.1 RFID 在物流配送应用中的瓶颈

近年来 RFID 技术受到产业界、学术界和政府部门的高度关注，但我们也应该清醒地看到，RFID 的发展和应用，并不像我们想象的那样顺利，成本、价格、技术标准、市场需求、安全隐私等都是 RFID 发展的关键性制约因素和应用瓶颈。

（1）成本价格

成本价格是制约 RFID 的发展的主要因素之一。

RFID 的价格不仅包括标签、阅读器和天线，而且还包括管理软件的升级费用等。电子标签想要得到广泛的应用普及就要降低成本，降低成本不仅有利于电子标签的普及还有利于开拓新的 RFID 应用领域。一般认为价格在 5 美元以上的标签，主要为应用于军事、生物科技和医疗方面的有源标签；10 美分～1 美元左右的标签常用于运输、仓储、包装、文件等的无源标签；消费应用如零售的标签在 5～10 美分；医药、各种票证（车票、入场券等）、货币等应用的标签则在 5 美分以下，标签价格将直接影响 RFID 的市场规模。

与过去两年相比，RFID 标签的价格已经有了较大幅度的降低。据 RFID 世界网 2005 年 9 月报道，Alien 科技最近宣布对其 Class1 Gen1 标签（tag）进行降价，如果购买量在 100 万个以上，价格可以降到每个标签 19 美分。Avery Dennison 则于 2005 年 9 月宣称该公司的 Gen 2 标签（Inlay）在同样订购量的情况下，可以以每个 7.9 美分的价格出售。

尽管如此，对大规模推广来说，RFID 标签和识读设备的价格仍显得过高。而价格与规模又是一对矛盾。生产厂商希望通过扩大规模以降低成本，而更多的用户则在等待价格降低后再进入。

虽然业界普遍对 RFID 技术看好，但真正形成规模，实际投入运营的系统却不多。AMR Research 的研究报告表明，一个供货商要满足沃尔玛的 RFID 基本要求，大约需 130～200 万美元，加上相关的软硬件设施、集成服务、系统测试及培训等，每年投入的成本将增加 913 万美元。

供应商遇到的最大问题是成本问题。目前的 RFID 应用几乎都是上游投资，下游受益。零售商希望借 RFID 降低经营成本、提高效率，而采用 RFID 的成本却要由制造商、运输商来承担。如果不解决好这个问题，RFID 大规模应用会面临许多阻力，没有大规模的应用，降低 RFID 成本就无从谈起。

另外，厂商不能只着眼于 RFID 本身价格的下跌，因为这项技术还需进行企业资源规划（ERP）软件升级，而这部份的费用可能不低。

（2）技术标准

业界公认，当前制约 RFID 发展的最大障碍之一是技术标准。

目前，RFID 还未形成统一的全球化标准，市场上多种标准并存，RFID 标准之争主要表现在以下几个方面。

一是电子标签标准全球互通的基础并不牢靠。这主要体现在编码不一致。日本有 UID、欧美有 EPC 体系，中国有自己的 GBl8937－2003（NPC）。编码系统本身呈现三足鼎立的

态势。

二是与标准的制定相关的还有 RFID 所采用的频段之争。要用 RFID 技术实现全球物流领域的信息交换，必须有全球统一的物流 RFID 频段。

当前国际上在 UHF 频段的 RFID 技术主要使用 430 MHz 左右和 860 ~ 960 MHz 两段频率，目前美国使用 915 MHz，欧洲采用 805. 8 MHz，日本定在 960 MHz。而中国还在讨论之中。在我国，430 MHz 频段属于专用频段，现阶段开放此频段的 RFID 业务的条件还不成熟；860 ~ 960 MHz 频段的主要业务为固定和移动电话，次要业务为无线电定位，这个频段上已经没有空闲的频率直接规划给 RFID 使用。因此，必须慎重考虑 RFID 业务与现有的无线电业务频率的供应问题。

三是 RFID 五大标准组织也存在利益之争。RFID 标准争夺的核心主要在 RFID 标签的数据内容编码标准这一领域。目前，形成了五大标准组织，分别代表了国际上不同团体或者国家的利益。

EPC Global 是由北美 UCC 产品统一编码组织和欧洲 EAN 产品标准组织联合成立，在全球拥有上百家成员，得到了零售巨头沃尔玛，制造业巨头强生、宝洁等跨国公司的支持，实力相对占上风。而 AIM Global 全球自动识别组织、ISO、UID 则分别代表了欧美国家和日本。IP – X 标准组织则以非洲、大洋洲、亚洲等国家为主。从全球的范围来看，美国已经在 RFID 标准的建立、相关软硬件技术的开发和应用领域走在世界的前列。欧洲的 RFID 标准追随美国主导的 EPC Global 标准。在封闭系统应用方面，欧洲与美国基本处在同一阶段。日本虽然已经提出 UID 标准，但主要得到的是本国厂商的支持，如要成为国际标准还有很长的路要走。RFID 在韩国的重要性得到了加强，政府给予了高度重视，但至今韩国在 RFID 标准上仍模糊不清。

四是全球现有 117 个针对数据交换的 RFID 协议标准。由于协议过多过滥，导致术语不统一，限制了标准在实践中的完善。更重要的是，目前缺乏全球共同遵守的权威统一的标准。本来制定国际标准是 ISO 技术委员会的责任，但由于涉及的方面较多，制定标准的工作很复杂。

另外，各个厂家的产品技术性能是由其自有的知识产权所决定的，其中技术封锁与专利保护也制约了 RFID 技术的应用与发展。

技术标准的不统一已经带来很多弊端，影响了产业链各个环节的积极互动与合作。RFID 投资者和应用商担心自己的产品标准如果与“最终的统一标准”不一致的话，则自己的努力与付出都将付诸东流。

所以随着全球物流行业 RFID 大规模应用的开始，RFID 标准的统一和技术的兼容已经得到业界的广泛认同。

（3）市场需求

据有关机构调查，32% 的受访者认为需求不明确阻碍了 RFID 在物流管理上的应用。用户对 RFID 的积极关注和消极应用说明了 RFID 潜在需求大、现实需求小的现状。

中国企业应用 RFID 不积极的主要原因是看不到应用后的效益。从成本价格层面讲，RFID 和条形码相比成本过大、价格过高，严重制约了 RFID 的普及应用；从技术层面讲，RFID 还存在许多问题，比如 RFID 产品设计还处于初级阶段，加工工艺还比较粗糙，其功能、式样、体积、重量、色泽、手感、安装等有待优化，读取识别率较低，标准缺位，各国

使用的频率不统一，编码方式不统一等，这些都导致了对 RFID 的现实需求不旺的局面，进而阻碍了 RFID 技术对现代物流和供应链管理等诸多领域的促进作用。

虽然 RFID 应用面临许多障碍，但 RFID 的试探性应用仍在许多领域进行。目前国内已经有了一些成功应用案例。

（4）安全隐私

RFID 存在的安全隐患。基于 RFID 技术的德州仪器公司的 Immobi llizer 系统（注册与认证系统）曾经被认为是世界上最成功的汽车电子防盗系统，德州仪器销售数据显示至少出售了 1.5 亿套该系统。该系统相对于早期的电子钥匙，很难被伪造。但是几名美国约翰霍普金斯大学的学生，却将该安全系统破解了。他们宣称，只要从真正的汽车电子钥匙中通过无线通信方式提取数据，再经过大约一个小时的运算，该电子钥匙的密码就可被破译。

或许，将来通过一种相对简单的电子设备，犯罪分子能够通过无线通信方式获得电子标签隐含信息，然后利用这些信息获得或破坏电子标签密码。随着应用的扩展，未来遍布全球各地的 RFID 系统安全可能会像现在的网络安全难题一样考验人们的智慧。

RFID 带来的隐私问题。RFID 技术是一柄双刃剑，人们的隐私易被暴露就是 RFID 的缺陷之一。将 RFID 标签贴到单个产品上，当顾客带着商品离开超市后，零售商仍然能够追踪到产品的去向，部分消费者认为可跟踪个人购买商品的 RFID 标签，是对其隐私的侵犯，这也导致了对电子标签的拒绝使用。

美国加利福尼亚州参议院对此曾提出了法案，要求在本地区限制 RFID 标签的使用，这个法案适用于任何使用 RFID 技术跟踪商品或人的企业和政府部门。

在欧洲，意大利成衣制造商 Benetton 公司曾计划在其生产的服装中嵌入 Philips 公司提供的 RFID 标签。不过，该计划宣布后招来一片批评之声，还促成了一个抵制组织。Benetton 公司最终被迫宣布撤消该计划。

隐私保护人士要求做好数据保护，而现在这项技术又多了一项论战的战场——这种追踪芯片何时该销毁？RSA 实验室的首席科学家兼总监 Burk Kaliski 认为，有很多有力的证据显示不“销毁”芯片可能会比较好。不过这并不表示它是永远开启的，相对于一般芯片这有点像“休眠芯片”（zombie chips）——芯片是有效的，但没开启时不会有任何活动。当芯片离开销售点之后，它们可能从“非私人”转为“私人”，所以芯片还是完整的，而且在特定的距离内可以回到可读取的状态，但其它时候则无法被商店或别的阅读器所读取。暂时让标签休眠的确有其用处，例如要把商品回收比较容易，一些瑕疵或危险的商品要回收也会很简单，而在药品的流通上，用 RFID 来扫描可能危险的药品成分，也有助于提高安全性。

但仅让芯片休眠也有隐患，若是让芯片原始制造商重新激活它，可能更危险。因为容易让人认为芯片已经死了，放松对自己隐私的保护意识。特别是随着远距离 RFID 设备的问世，当你在某地转移你的商品时，你的竞争对手可能正拿阅读器对着你。

不过，现正研发“选择取消（Opt - Out）”模式、“销毁（Kill）”模式、“休眠（Sleep）”模式或“干扰”模式的自毁型标签或消磁型标签来解决隐私问题，同时推进针对 RFID 应用的安全性立法，将为该技术的安全应用、市场推广起到重要的促进作用。

9.6.2 RFID 在物流配送应用中存在的问题

从目前我国物流领域应用 RFID 技术的现状来看，主要存在以下问题。

（1）投资过热，需求过冷

部分物流配送企业盲目跟进、非理性投资现象不容忽视。虽然 RFID 的应用前景非常广阔，也会给企业带来许多效益，但是，作为一门技术，并不是万能的。必须清楚地知道 RFID 能够做什么，不能够做什么；必须理性地进行投资回报（ROI）分析，根据有效的数据来说明使用 RFID 到底能提高效益多少，然后再决定是否投资。

目前国内多数用户企业处于观望等待状态，他们不愿意作为早期的接受者。这一方面说明了企业决策者的稳重，也显示出保守的一面。有人曾在物流、零售、制造、交通、医药、快速消费品以及 IT 行业等行业选取了 200 家跨国公司和国内大公司进行调查。调查结果表明，90% 以上的公司都反映对 RFID 不太了解，而且现在成本这么高，不可能考虑应用。而对于一些物流公司，他们都反映自己公司已经调试好基于 RFID 的新物流配送系统，可是没有一家客户要求使用，因此也只能等待着。而对于那些 RFID 硬件软件中间件和解决方案供应商来说，还没有任何公司会在现阶段购买他们的产品。另据 SAP 和 Auto – ID China 对国内 200 个公司的调查显示：48% 的公司希望尽量推迟采用 RFID 技术，16% 的公司要等待市场完全成熟再采取行动，3% 的公司因价格问题而不打算采用 RFID。只有 32% 的公司准备采用该项技术。所以说中国市场现在处于需方不急供方急的状态。

（2）“闭门造车”与“盲目先进”

应用系统相对封闭，基本上是一个企业或单位可以完全控制的系统，他们建立的是自用的一套设备、频率、操作和编码标准体系，规范性和兼容性较差，影响了系统外乃至供应链的应用。盲目追求先进，试图在物流设备、物流器材和商品上同步应用 RFID，不考虑载体与标签的相对成本，简单放弃现阶段仍旧实用的条码，没有有效地将射频标签和条码两种技术结合起来使用。

（3）RFID 产业发展滞后

芯片设计与制造、天线设计与制造、标签封装及封装设备制造、读写设备开发、数据管理软件设计等等一个个生产环节构成了一条完整的 RFID 产业链。目前，国内基本具有 RFID 天线的设计和研发能力，但还不具备应用于金属材料、液体环境的可靠性好的 RFID 标签天线设计能力；HF 频段的标签封装技术和生产已经成熟，但还不能进行 UHF 频段的标签封装，封装设备还依靠进口；基本具有 HF 频段阅读器设计和集成制造能力，但还没有 UHF 频段以上阅读器设计和制造能力。产业发展滞后尤其是核心技术的缺失成了制定中国 RFID 标准难以逾越的高墙，而 RFID 中国标准的缺位又反过来制约了产业的发展。

（4）RFID 人才匮乏，组织结构不适应

RFID 有关的技术开发、系统设计、产品工艺、实验测试、项目实施、销售推广等人才匮乏，亟需培训。

RFID 是一个多学科、多组织、多部门，并与社会相关机构密切相关的高度综合性和高度专业性的高科技行业，无论是从提供者的角度还是从使用者的角度，对 RFID 的培训都是必要的。特别是当客户准备实施 RFID 项目时，必须理解存在的问题和面临的可能选择，需要了解如何正确实施 RFID 应用项目的相关知识，确定所采用的 RFID 系统能够满足未来的

业务需求。通过培训，客户可以了解真实的 RFID 世界，掌握在企业实施 RFID 应用系统时所需的技能和专业知识。

同时，RFID 项目的实施，必然要对企业生产和管理流程产生深远的影响，需要进行组织变革、流程再造和业务重组。

9.7　RFID 在我国物流配送应用中的对策

针对我国物流配送业应用 RFID 的实际情况和存在的问题，可考虑如下对策。

9.7.1　成本价格对策

一是要认识到 RFID 技术和条码技术的应用将会长期共存。条码的低成本应用已被广泛推广，特别是低值消费品，射频标签的成本目前还不适合低值消费品的单品使用。

二是勿以成本过高而忽略 RFID 技术的价值。若将 RFID 技术应用在汽车生产线中，使相关流程的控管效率提升，则即使每个 RFID 标签价格稍贵，对企业来说仍有其导入价值，但若应用在矿泉水的生产流程中，由于 RFID 标签的成本高过产品价格，则技术的导入价值随之降低。

现在的条形码全部转换成 RFID 系统并非一朝一夕的事情，而是一个渐进的过程。在公司应用条形码技术的同时，开发并应用 RFID 技术，使两者并驾齐驱。只有等到用户都充分相信 RFID 技术的时候才可放弃现有的条形码系统。

所以，第一，要细分市场，高价值的产品可以先用起来，低值消费品暂时继续使用条码；第二，现阶段的应用仍以局部系统为主，以“物流设备装 RFID + 商品装条码”的技术方案为推荐方案，即物流设备、物流器材的应用应先于商品的应用，即车辆、集装箱、托盘、钢气瓶等容器采用射频标签，商品仍使用条码，两种技术结合起来使用比较现实。

另外，不能只盯着 RFID 标签价格本身，还要着眼于 RFID 的系统成本，这包括：标签成本、阅读器成本、天线和复用器成本、电缆成本、安装成本、控制器成本、调试费用、软件与中间件费用、集成费用、运行成本、维护费用、人力资源成本等等。标签成本只是 RFID 项目成本的第一个因素。应用 RFID 技术的成本将不会很低，相反，有规模有实力的物流配送中心或企业，应做好进行巨额投资的准备。

9.7.2　标准与技术对策

（1）要正确处理标准与应用的关系

面对一系列待解决的瓶颈问题，RFID 产品与服务提供商应在标准未能确定的状况下，先重点开发闭环产品，为进一步发展积累项目、产品经验以及客户资源。同时，核心技能的掌握也成为目前这个阶段可选择的重点研究方向，这将为今后降低成本以及实现差异化提供可能。

标准与应用的关系有些像鸡与蛋的关系，应用需要标准，反过来，标准也需要应用，因为标准的形成就是成熟技术的概括和总结，没有应用哪里会有技术的成熟。所以在实践中，一定会是应用与标准互相促进的过程，在二者的关系中以应用为本，标准依赖应用的成熟度

逐步完善起来，逐步形成体系。从应用的角度来看其中有些标准可以先启动，例如频率标准等。

（2）积极应对技术的变化，加强应用测试

从现在开始就应对 RFID 技术进行研究和应用，不过可以先在小范围内计划实行，这样一旦时机成熟，就可以直接进入大规模应用阶段。只是一味的等待观望会使自己在竞争中落后，应始终站在该项技术发展的最前沿，并对其改变适时做出战略调整。

虽然 RFID 在理论上和技术上已经越来越趋于成熟，并且已在物流领域投入实际应用，但是，在实际应用中还存在大量的技术问题。例如，多个物品堆积时，由于相互干扰而造成识别率低所带来的防碰撞问题；多阅读器多通道同时读取时，物品群的去重问题；RFID 在安全架构方面的问题（如防止标签的复制问题和标签自毁问题）；由于电子标签所附物品的介质不同对无线信号的干扰造成的性能下降；液态媒介对电磁波的吸收问题、金属媒介对电磁波的反射所造成的 RFID 阅读失效问题等。这些问题都需要在实际应用前和应用中不断进行测试。

完整的 RFID 测试系统应该主要针对典型实际业务场景，建设包括 RFID 前端数据采集、后台数据传输和处理的测试系统，并对 RFID 技术和产品与应用的结合进行综合测评，分析测试 RFID 在实际应用中出现的主要问题和影响因素，进而提出合理的解决方案，为实验技术开发指出方向，为大规模推广应用提供技术参考。

9.7.3 市场需求与风险对策

总的来看，物流领域的用户们对于 RFID 的发展是很关注的，但是也很务实，需求需要培养。要注意的是，RFID 的优势是建立在信息共享机制之上的，信息共享的链条越长，RFID 就越有用武之地。而信息共享的背后是利益的共享，即供应链机制。因此，可以说培养 RFID 的市场是一个培养供应链的过程，也就是我国产业的集约化过程。这也说明 RFID 的应用应该在那些集约化程度较高的产业首先突破，在那些供应链基础较好的领域先用起来。应选择合适的业务，寻找合适的切入点和应用模式，尽快开展应用试点，采用“小步快走”的方式取得成效和经验，并进一步推广。具体可考虑选择当前供应链管理中迫切需要的应用和适合发挥 RFID 特点的应用，并以此作为建立 RFID 软件基础架构和检验标准的依据。应注意的应用风险有：

（1）经济风险。像其他新技术一样，RFID 可能会经历一个三阶段的发展周期：第一阶段是宣传阶段，技术被炒得很热，吊足了市场的胃口；第二阶段是膨胀的预期被现实的表现撞碎，技术跌入“幻灭的低谷”；第三阶段是在技术的好处被更好地理解和实现之后，市场进入稳定成熟的阶段。

所以，RFID 的发展并非全无风险，它也可能被自身的重量压垮，在第二阶段跌倒后再也爬不起来。在推广 RFID 技术的过程中，必须记住，我们所要的并非技术本身，而是利用技术能够收获的利益。对 RFID 的应用，物流配送企业必须认真进行投资回报（Return On Investment，ROI）分析，比较 RFID 与其替代产品的优劣，不可盲目跟风，以免造成风险。

（2）隐私风险。包括配送中心商业隐私和消费者购物及消费隐私。配送中心商业隐私又包括下列重要的商业机密信息：商品品牌、产地、规格、型号、价格、进货渠道、分销或

配送渠道，甚至保质期、促销政策等，在配送过程中，有被泄露或被竞争对手“偷窥”的隐患与风险。消费者个人购物和消费的隐私被跟踪遭投诉而造成商业损失的风险等。所以，物流配送企业要尽量使用自毁型标签或消磁型标签来消除隐私隐患，同时应遵守商业道德和有关法律，严格自律，决不拿 RFID 技术侵犯消费者隐私。

9.7.4 组织变革与流程再造对策

做好 RFID 技术将会带给企业重大改革的准备，包括员工、经营模式以及技术的改变等。要知道，RFID 技术并非是条形码的一种新形式，不要以为它只需要对目前的操作模式做出稍许的改变就可万事大吉。相反，它需要企业内部做出重大的改革，包括员工应学习相关的新技能；RFID 技术的辅助系统应安装到位；重新设计目前现有的操作工艺以支持 RFID 技术的应用等，这些都对 RFID 技术的应用形成巨大的挑战。企业运用 RFID 应大致分成如下三个步骤。

第一个阶段，封闭式运用，先在企业内部使用 RFID 技术，暂不涉及到外部。

第二个阶段，企业应把 RFID 和现有的企业流程结合在一起。

第三个阶段，以 RFID 标准为核心、以供应链为着眼点设计其流程。

要清楚一个概念：应用 RFID 技术接收信息是一回事，而应用这些信息是另一回事。一旦 RFID 技术得以广泛应用，商品生产商以及零售商都将会被收集的大量信息所淹没。只有那些知道如何恰当应用这些信息的企业才会赢得优势，并在已经完全透明化的供应链中最大程度地获得利益。

企业在实施 RFID 技术时，要做好 RFID 设备供应商评估和系统集成商评估。前者要考虑的是设备供应商提供的 RFID 设备使用的频率、协议和标准，与其他厂商提供的产品的兼容性，设备升级与维护成本，供应商将其产品顾客化的能力等；后者要考虑系统集成商对产品的熟悉程度、系统集成商专长的领域是什么、系统集成商在自动识别和数据获取领域的成功经验、系统集成商的客户专业知识、开发能力、测试能力、系统规划水平等。

总之，现阶段的工作要以应用为中心，促进多种形式的应用探索，总结应用中的经验和教训，基于中国的物流现实和企业的实际开展规划、研究、开发和应用等工作。

第 10 章　EPC 技术在第四方物流信息平台中的应用

10.1　第四方物流概述

第四方物流的概念首先是由美国埃森哲咨询公司在 1998 年提出的，是专门为第一方、第二方和第三方提供物流规划、咨询、物流信息系统、供应链管理等活动。在实际应用中第四方并不实际承担具体的物流运作活动，而第四方物流（Fourth party logistics，4PL）是一个供应链的集成商，一般情况下政府为促进地区物流产业的发展领头搭建第四方物流平台，提供信息共享及信息发布服务，是供需双方及第三方物流的领导力量。它是通过拥有的信息技术、整合能力以及其他资源提供一套完整的供应链解决方案，以此获取一定的利润。它帮助企业实现降低成本和有效整合资源，并且依靠优秀的第三方物流供应商、技术供应商、管理咨询以及其他增值服务商，为客户提供独特的和广泛的供应链解决方案。

10.1.1　第四方物流产生的背景及定义

20 世纪末，科学技术的进步和全球化市场的形成使企业面对的竞争越来越激烈，纵向一体化的弊端日益明显，核心企业负担过重，物流、信息流经常被扭曲，市场反应迟钝，竞争压力人为加大，核心企业无法集中精力于核心业务从而限制了自身竞争力的提高。在这种情况下横向一体化模式被提出来了。该模式强调企业要集中优势于自己的核心业务，通过借助其他企业的资源和优势业务来完成自身的非核心业务以达到快速响应市场需求、降低运营成本和风险的目的，这样就具备了第三方物流产生的条件。应该说第三方物流是在企业强调核心业务、横向一体化思想影响下产生的，是社会分工的结果。而在第三方物流产生后所带来的专业化效益、规模化效益对工商企业降低物流成本、提高核心业务竞争力和客户服务水平等方面发挥了很大的作用。但是由于一些物流企业自身的运作能力、专业素质、对客户需求的理解等因素使得物流企业在规划设计空间上受限制，在许多业务模式、管理方式上受约束。

企业对进一步降低物流成本的追求，导致了物流提供商有必要从更高的角度来看待物流服务，把提供物流服务从具体的运输管理协调和供应链管理，上升到对整个物流供应链的整合优化和供应链方案的再造设计。在实际运作中第三方物流在供应链管理中的地位提升很慢，在供应链管理中所体现出的作用与理想情况相比有较大差距。现代技术的不断更替和电子商务影响力的迅速扩展使顾客企业的期望越来越高，供应链上各节点的企业，对内要求整合资源和向外要求扩展的需求不断扩大。在这些因素相互作用下，推动了第四方物流的产生。

第四方物流，是指一个供应链的集成商，它调配和管理公司自身以及具有互补性的服务供应商的资源、能力和技术，以提供一整套综合的供应链解决方案。这个定义可以从三个方

面来加以理解：

1）第四方物流的主体是一个供应链的集成商，它不仅能够调配和管理公司自身，而且有能力组织和影响其他有互补性的服务供应商，利用他们的资源、能力和技术为客户提供服务。

2）第四方物流提供的是一整套综合的供应链服务，不是单一的某项服务或某个环节的服务，而是为客户评估、设计、制定和运作的全方位、全过程的供应链解决方案。

3）与以往的物流管理方式相比，具有更实时、更迅捷、更高效率、更高质量和更低成本的优势。

10.1.2　第四方物流的特点

与第三方物流注重实际操作相比，第四方物流更多地关注整个供应链的物流活动，这种差别形成了第四方物流独有的4个特点：

（1）供应链方案提供者

第三方物流企业缺乏对整个供应链进行运作的战略性专长和真正整合供应链流程的相关技术，使得第四方物流得以帮助企业实现持续的成本降低和有别于传统外包业务的真正的增值。第四方物流的运作是依靠行业内最优秀的第三方物流提供商、技术提供商、管理咨询顾问和其他增值服务商，为客户提供独特的和广泛的解决方案，这是任何一家第三方物流企业所不能单独提供的供应链设计能力。

（2）客户增值的能力

随着全球贸易往来的不断增加，使全球物流活动更加复杂，从而要求企业对全球供应链的物流活动进行管理、协调和控制。尤其是跨国企业，跨国公司的全球生产与服务网络提升了物流服务的附加值，使物流服务形成一个国际化的良性循环系统。第四方物流的运作正是顺应了这种国际化的趋势。

（3）整合供应链

20世纪90年代以后，随着企业对供应链的认识进一步提高，管理技术的进一步发展，企业开始重视上下游企业之间的分工与合作，即供应链的管理。通过提升整个供应链的效率，增强供应链的竞争能力，降低产品成本。第四方物流公司在供应链管理的过程中进行管理、协调各方之间关系的运作，降低了管理的费用，这是社会分工进一步细化的结果，同时也是物流成本降低的内在要求。

（4）第四方物流企业组织、协调能力较强

相对于第三方物流企业，第四方物流企业在组织和协调能力方面需具备更高的条件，不仅要能够制定供应链策略、设计业务流程再造、具备技术集成和人力资源管理的能力；而且还要在在集成供应链技术和外包能力方面处于领先地位，并具有较雄厚的专业人才；这样才能管理好多个不同的供应商，为客户企业提供满意的物流服务，实现企业的价值和目标。

10.1.3　第四方物流的组织结构与运作模式

第四方物流的组织结构与运作模式是相互依存，紧密联系的，组织结构是运作模式的基础，运作模式是组织结构的外在表现。组织结构演变出来的几种主要运作模式适应了市场的

客观变化，更具针对性和可操作性，增强了第四方物流的活力。下面简单介绍几个组织结构：

（1）优秀的第三方物流服务商

第三方物流服务商是为企业提供专业物流服务的机构。它通常拥有一定的服务设施、服务专业知识和经验，提供采购、储存、运输、装卸和配送等综合多样化服务的企业，也可以是从事物流某一方面业务服务的企业。它是第四方物流在物流操作方面的主要承担者，但第三方物流公司缺乏对整个供应链管理进行运作的战略性专长和整合供应链的相关技术。

（2）物流管理咨询公司

这是从事物流管理服务的咨询机构，对需要物流服务的企业来讲，它没有具体的物流设施，但却拥有高素质的物流管理人才和丰富的管理经验，了解和掌握着物流的信息，主要从事物流评审、物流规划、物流顾问、系统实施及物流培训等方面的业务，善于帮助企业做出科学的规划和管理，提高收益和竞争力。在第四方物流中它起着“智囊”的作用。

（3）客户

参加第四方物流的客户数量可以是一个，也可以是若干个，可以是同行业的，也可以是不同行业的，根据其规模和实力的不同可分为主要客户和一般客户。所谓“主要客户”，是指与第四方物流组织保持着长期的、稳定的业务关系，除了共同出资，通常也把它的整个物流和采购管理，包括资产、物流管理人员以及经营人员转让给第四方物流组织。作为出资的回报，第四方物流组织负责管理和经营主要客户的整个供应链的管理职能。一般客户和主要客户的主要区别是：企业的规模和对第四方物流的出资不及主要客户；和第四方物流的关系没有主要客户那么稳定、紧密和长期，通常情况下只享受第四方物流提供的服务。

（4）增值服务商

增值服务商主要是一些 IT 信息服务提供者以及专业的经营、包装、加工、配送等服务商。以及组织成员中，第三方物流服务商、物流咨询机构和主要客户构成了第四方物流组织的核心层，形成了整合功能型的组织模式。

第四方物流组织在运作模式上有较大的柔性，根据成员组织的约定和目标，它能够适应不同的组织，反过来也能够被行业结构所塑造，组成适应行业的物流运作模式。第四方物流主要有以下几种运作模式：

（1）协同运作型模式

该模式由第四方物流为第三方物流提供其缺少的资源，如信息技术、管理技术，制定供应链策略和战略规划方案等，并与第三方物流方共同开发市场，而具体的物流业务实施则由第三方物流在第四方物流的指导下来完成，它们之间的关系一般是商业合同的方式或者战略联盟的合作方式。在这种模式中，第四方物流为实力雄厚的第三方物流服务商提供供应链战略方案、技术、专门项目管理等补充功能，并主要通过第四方物流为多个客户提供全面物流服务，其特点是：雄厚的物流配送实力 + 最优的解决方案，业务范围多集中在物流配送管理方面，针对性强、灵活性大。

（2）方案集成型模式

该模式由第四方物流为客户提供运作和管理整个供应链的解决方案，并利用其成员的资

源、能力和技术进行整合和管理，为客户提供全面的、集成的供应链管理服务，在这种方式中，通常由第四方物流和客户成立合资或合伙公司，客户在公司中占主要份额，第四方物流作为一个联盟的领导者和枢纽，集成多个服务供应商的资源，重点为一个主要客户服务。这种模式的运作一般是在同一行业范围内，供应商和加工制造商等成员处于供应链的上下游和相关的业务范围内，彼此间专业熟悉、业务联系紧密，有一定的依赖性。第四方物流服务主要客户为龙头，带动其他成员企业的发展。执行该模式的好处是服务对象及范围明确集中，客户的商业和技术秘密比较安全。第四方物流与客户的关系稳定、紧密而且具有长期性，但重要的前提条件是客户的业务量要足够大，使参与的服务商队所得到的收益较为满意，否则大多数服务商不愿把全部资源集中在一个客户上。

（3）行业创新型模式

第四方物流通过与各个资源、技术和能力的服务商进行协助，为多个行业的客户提供供应链解决方案。它以整合供应链的职能为重点，以各个行业的特殊性为依据，领导整个行业供应链实现创新，给整个行业带来改革和最大利益。这种模式是以第四方物流为主导，联合第三方物流公司等其他服务商，提供运输、仓储、配送等全方位的高端服务，给多个行业客户制作供应链解决方案。

（4）动态联盟型模式

动态联盟是一些相对独立的服务商（如第三方物流、咨询机构、供应商、制造商、分销商等）和客户等，由市场机会所驱动，通过信息技术相连接的、在某个时期内结成的供应链管理联盟。它的组成与解散主要取决于市场机会的存在与消失，以及企业可利用的价值。这些企业在设计、供应、制造、分销等领域里分别为该联盟贡献出自己的核心能力，以实现利润共享和风险分担。它们除了具有一般企业的特征外，还具有基于公共网络环境的全球化伙伴关系及企业合作特征，面向经营过程优化的组织特征，可再构、重组与可变的敏捷特征等，能以最快速度完成联盟的组织与建立，优势集成，抓住机遇，响应市场，赢得竞争。

第四方物流的模式突破了第三方物流发展的局限性，能真正降低运作成本，实现最大范围、最合理、最有效的资源整合。第三方物流缺乏跨越整个供应链运作以及真正整合供应链流程所需的战略专业技术，第四方物流则可以将每一个领域的最佳物流提供商组合起来，为客户提供最佳物流服务，进而形成最优物流方案或供应链管理方案。而第三方物流要么独自，要么通过与自己有密切关系的转包商来为客户提供服务，它不太可能提供技术、仓储与运输服务的最佳结合。

企业不管采取何种运作模式，都要坚持第四方物流的本质特征是多方共同参与。即一方面与客户协调，顺利实施管理方案，并力求在深度介入进行重组再构时，要尽量避免或减少对客户内外产生震荡和波动，取得满意的效果；另一方面与各个分包服务商协调，组织完成实际的物流活动，使联盟成员既有较强的向心力和约束性，又要有一定的灵活度及独立性，提高整合资源、高端服务的能力。

此外，第四方物流真正体现了供应链综合管理的功能，而不仅仅是物流运作处理的功能。它要求最大范围的资源整合，设计的是最优解决方案，通过高效率、高质量、低成本的运作，达到多方共赢的效果。

10.1.4 第四方物流的优势与功能

第四方物流是指从事物流服务业务的社会组织，不需要独自具备承担物资物理移动的能力，而是借助于自己所拥有的信息技术来共享物流的需求和供给信息，并加上对于物流运作胜人一筹的理解所开展的物流服务。这种业务与现有的货运代理业务十分相像，故称为物流代理业务。第四方物流的产生，得益于第三方物流市场的高度发展与先进的网络信息技术。第四方物流的优点主要体现在以下六个方面：

（1）成本及交易费用低

第四方物流企业不需要投入任何的固定资产，而是对客户及第三方物流供应商的资产和活动进行合理的调配和管理，它通过整合行业内最优秀的第三方物流供应商、技术供应商、管理咨询顾问和其他增值服务商，为客户提供个性化的供应链解决方案，提高资产利用率，分离整合物流业务流程，协调物流环节各参与方的利益，有效降低企业和供应商的交易费用。当交易成本和寻找成本降低时，交易效率提高，交易中的透明度增强，市场信息更为准确，物流业才有可能得到更大的发展。

（2）供应链共赢

在第三方物流中，由于信息不对称、外包商不明确，企业为维持外包物流服务的稳定与可靠性，会增加相应的监管、协调等管理费用，执行外包合约的交易费用随之上升，供应链各参与商并不能都从中受益。而第四方物流关注的不是仓储或运输单方面的效益，而是整条供应链的效益，整条供应链外包可以降低运营成本，提高运作效率，加速流程一体化建设，使运营成本和产品销售成本降低，整条供应链的客户利益会因此而增加。

（3）物流管理“软”、“硬”分离

第四方物流专门提供物流方案和进行物流人才培训。物流服务提供者或参与者不再完全依托物流硬件设施实现物流服务，而是为所服务的企业制定完整的物流方案，然后利用社会物流资源实现方案。与第三方物流相比，它是变拥有物流硬件为控制物流硬件。物流产业内“软”的管理设计与“硬”的设施设备相分离，使产业分工更加明晰，提高了服务的专业化程度和服务水平，加速了市场发展和产业升级。

（4）人性化服务

物流本身就是一种服务，而关于服务模式的创新，需要各个企业根据自身的实际尽量满足客户个性化的服务。第四方物流的特点是提供了一个综合性、个性化的供应链解决方案，集中所有相关资源为客户完美地解决问题，将客户与供应商、信息和技术系统整合起来，把人的因素和业务规范有机结合起来，使整个供应链规划和业务流程能够有效地贯彻实施。

（5）现代技术与管理的融合

信息化、自动化、智能化、仿真和管理等技术的提高是第四方物流的源泉，EDI、GIS、GPS、ITS、RFID、自动分拣系统、电子拣选系统、高架立体仓库、虚拟库存、电子支付的使用为第四方物流的出现打下了基础。在第四方物流中，HSE 管理体系融入到企业安全文化建设中，把 HSE 观念从单纯的生产安全扩展到生活、生存安全和环境领域，把事后管理转变为事前控制，使物流告别了劳动密集型和资本密集型时代，迈进一个崭新的现代化技术时代。

（6）客观上适应商品流通新趋势

随着全球经济的发展，商品交易表现为高频率、大范围的特点，从而也要求现代物流向高速、多层次、大范围的运行趋势变革。传统的物流方式由于其自身局限性，在高频率、大范围的商品流通面前，显得有点无能为力。而第四方物流时间上和空间上更有效率，适应了商品流通新趋势。

第四方物流与第三方物流相比，其服务的内容更多，覆盖的地区更广，对从事货运物流服务的公司要求更高，从而要求它们必须开拓新的服务领域，提供更多的增值服务。第四方物流的基本功能有三个方面：

（1）供应链管理功能

供应链管理（SCM）就是指对整个供应链系统进行计划、协调、组织、控制和优化的各种活动和过程。其目标是要将顾客所需的正确的产品（Right Product）、能够在正确的时间（Right Time）、按照正确的数量（Right Quantity）、正确的质量（Right Quality）和正确的状态（Right Status）送到正确的地点（Right Place）（即“6R”）并使总成本最小。第四方物流对供应链的物流进行整体上的计划和规划，并监督和评估物流的具体行为和活动的效果；集成了管理咨询和第三方物流服务商的能力。更重要的是，通过咨询公司、IT 公司和物流公司的齐心协力，实现前所未有的、使客户价值最大化的统一的技术方案的设计和实施。

（2）一体化物流的功能

一体化物流（Integrated Logistics）是 20 世纪末最有影响的物流趋势之一，其基本含义是指不同职能部门之间或不同企业之间通过物流上的合作，达到提高物流效率、降低物流成本的效果。一体化物流或物流一体化包括三种形式：垂直一体化物流、水平一体化物流和物流网络。

（3）供应链再造功能整合上下游产业的功能

供应链再造是指为了增加市场份额、销售收入，增强竞争优势，供应链集成商根据货主/托运人在供应链战略上的要求，及时改变或调整战略战术，使其经常高效率地运作。供应链再造是一个有效的手段，能够扩大市场份额，增进顾客忠诚度，获得持久竞争优势。第四方物流最高层次的方案就是再造。供应链过程中真正的显著的改善要么是通过各个环节计划和运作的协调一致来实现，要么是通过各个参与方的通力协作来实现。再造过程就是基于传统的供应链管理咨询技巧，使得公司的业务策略和供应链策略协调一致；整合和优化了供应链内部和与之交叉的供应链的运作，第四方物流以行业最佳的物流方案为客户提供服务与技术。

10.1.5 第四方物流的发展面临的问题

目前，我国要发展第四方物流面临着许多问题，主要有基础设施薄弱、物流体制不规范、第三方物流落后、网络平台建设困难、物流人才匮乏等障碍。这些问题直接制约着我国第四方物流的发展，能否有效地解决这些问题将对未来我国第四方物流的发展有重大的影响。

1. 基础设施薄弱

物流行业的的运输、仓储业和新兴的第三方物流业功能单一，增值服务薄弱，设施相对

比较陈旧，技术水平低，闲置浪费比较严重。虽然我国已初步形成了由铁路、公路、水路、民用航空及管道等五种运输方式组成的运输体系，在基础设施、技术装备、管理水平、运输市场等方面都取得了巨大的发展。但我国的物流基础设施仍不能满足第四方物流发展的需要，主要表现在：运输网络密度小，运输结构矛盾比较突出，各种运输方式尚未形成合理的分工关系，市场范围交叉严重，使得各种运输方式不能合理地发挥各自的优势。这会使第四方物流在具体的运作过程中出现不能及时交货、重复运输等问题，大大影响了第四方物流的物流效率和物流成本。

2. 物流体制不规范

我国还没有一个非常明确的政府部门来管理物流行业，国家经贸委、国家计委、交通、铁路、民航等部门都在管物流，谁都管，最终造成谁都不管，都管不好的局面。主要表现在：①每个部门都自成体系，不同运输方式的服务规范、装备及技术标准等存在较大的差别；②部门、行业和地方保护主义，不利于形成社会化的物流系统和跨区域、跨行业的物流网络；③大量的重复建设和过度竞争造成物流资源的浪费。这些问题会给第四方物流在选择多种运输方式时存在较大的困难，难以很好地整合社会资源，从而造成巨大的资源浪费。

3. 第三方物流发展落后

发展健全第三方物流企业的服务功能和提高其地位是发展第四方物流的关键。第四方物流的产生，得益于第三方物流市场的高度发展。第三方物流是对供应链部分功能的整合，而第四方物流是对整个供应链的整合，第四方物流应该源于第三方物流，是第三方物流服务内涵的拓展。然而，第三方物流在中国仍处在起步阶段。鉴于第四方物流必须在第三方物流高度发达和企业供应链业务外包极为流行的基础之上才能发展起来，可见，我国的第三方物流发展落后已经制约了我国第四方物流的发展。

4. 物流信息平台的建设

第四方物流开展的关键是建立物流信息管理系统平台。利用信息网络技术掌控物流供应链的各环节，最有效地整合全国的物流资源，提高物流的运作效率，降低物流成本。此平台必须与客户现有的商业物流服务平台进行无缝衔接，才能实现供应链上所有企业和第三方物流企业的信息共享，达到资源整合的目的 。建立第四方物流的信息平台技术是个难题，在这个系统中，GPS（全球卫星定位系统）的物流跟踪定位子系统是关键技术。如何将移动终端采集到的定位数据传回到一个被成为控制中心的实体，再通过控制中心去调度移动终端，以达到资源的合理利用仍是 GPS 在物流应用中有待解决的问题。这不仅仅是一个技术难题，也是一个资金的难题。以第四方物流信息平台中的子系统为例，一个拥有 40 辆车辆的小型物流公司，一次性硬件投入至少需要 28 万元。如果一个大型企业拥有运输车辆 1000 辆，一次性投入费用不会少于 2000 万元。

5. 物流人才的匮乏

第四方物流企业发展不仅需要有先进的技术和雄厚的资金，还要有一批高素质的物流人才。它要求物流人才不仅具备物流的基础知识和丰富的实战经验，还要具备 IT、人力资源管理、技术集成等全方位的知识和能力。然而，目前中国拥有国际权威认证机构颁发的物流专业管理资格证书的职业经理人数量有限，缺口甚大。现在活跃在第三方物流领域的一些年轻人，大多是海外归来的学者。而且一些物流专家大多是从管理工程、交通运输、仓储、营

销学等相关领域转过来的。在这种人才严重断层的情况下，第四方物流企业不可能仅靠几个“物流专家”就能给客户制定最优解决方案，也不可能合理地调配整个社会的物流系统资源，使整个供应链的效率最大化，成功地实现整个供应链的功能整合。

10.1.6 我国发展第四方物流的应对策略

我国物流业干线物流能力过剩，而终端物流配送能力不足的矛盾非常突出，物流各环节的贯通存在严重的脱节现象，物流行业不规范现象依然存在，从而制约了整个工业、商业的变革以及电子商务在我国的发展。由于第四方物流是在解决企业物流问题的基础上整合社会资源，以实现物流信息充分共享，社会物流资源充分利用的物流方案提供商，因此，发展4PL（第四方物流）可以分别从政府、物流服务商以及客户企业三个角度进行考虑。

1. 从政府的角度出发

首先，要转变政府管理职能，做好物流基础建设、产业服务、规范工作，我国物流产业的真正提升，必须通过第四方物流来完成。必须打破行业垄断和行政垄断，明确政府主体地位，发挥政府主导功能，引导企业转变需求观念，引导和培育我国第四方物流市场的发展。

（1）加强物流基础设施的规划和建设

政府应该统筹规划，整合物流资源，加强协调，加大物流基础设施的投资力度，并积极引导社会各方力量涉足物流业的投资建设，为物流和配送打好基础。同时应该制定规范的物流产业发展政策，建立具有一定规模和区位优势的物流园区、物流基地和物流中心。加快物流产业标准化、规范化、现代化、规模化进程。

（2）发挥政府主导作用，利用政策引导第四方物流的市场需求

第四方物流的发展必须要有市场需求作支撑，政府在引导和培育我国第四方物流市场需求中的作用不容小觑。加入WTO后，我国物流企业的国际竞争力，应对跨国物流公司的竞争，短期内不可能通过改造落后的物流企业来实现，只有发挥后发优势，发展第四方物流才可能实现。因此，政府应在政策上给与适当的倾斜，引导企业通过第四方物流实现成本节约和价值增值。

（3）加速电子商务与现代物流产业的融合

我国目前正在推进信息化进程，同时物流业在我国经济中的地位越来越突出，这就需要将当前蓬勃发展的电子商务和现代物流产业结合起来，而结合二者的最佳途径就是发展电子商务物流，建立全国物流公共信息平台。建立在Internet上的物流公共信息平台，可让所有的用户输入的资料都直接进入数据库以便进行各种数据处理。所有的数据可以在这个平台上永久储存，实现了所有用户在这个平台上的互动经营，解决物流信息充分共享，社会物流资源充分利用的问题。

2. 从物流服务商的角度出发

（1）大力发展第三方物流企业

大力发展第三方物流不仅是当前提高我国物流产业发展水平最重要的措施，还可以为第四方物流发展作铺垫，在整个物流供应链中，第四方物流是第三方物流的管理和集成者。第四方物流是通过第三方物流整合社会资源的，没有第三方物流的存在和发展，第四方物流就没有管理和整合的对象，只有大力发展第三方物流，第四方物流才有发展的基础。目前，

我国还处在发展第三方物流的初始期，物流企业发展比较分散，既有改制后的大型物资集团，又有生产企业延伸供应链而形成分管专业化物流公司。第三方物流企业虽在崛起但羽翼还没有丰满，同时制造企业把物流外包给第三方也尚未形成气候。为适应现代物流业发展的需要，必须大力发展第三方物流，培育大型物流企业集团，这样既可以在不增加资本投入的情况下，提高物流业的效益，同时为第四方物流发展作为铺垫。

（2）加速物流产业信息化，建立全国物流公共信息平台

发展第四方物流是解决整个社会物流资源配置问题的最有力的手段。我国目前正在推进信息化进程，利用先进的 RFID、EDI、GPS 等信息技术把当前蓬勃发展的现代物流产业进行信息化改造，利用网络技术建立物流行业的公共信息平台，通过信息技术和网络技术整合物流资源，这样可以使我国物流产业产生质的提高，从容应对跨国物流企业的竞争。

（3）加快物流人才培养

人才是企业的灵魂，第四方物流企业特别需要大量的物流人才。当前的物流人才远远不能满足第四方物流发展的需要，因此我们要通过高等院校和专业物流咨询机构，在实践中培养一支适应现代物流产业发展的企业家队伍和物流经营骨干队伍。要大量吸收信息技术、人力资源管理、网络技术等方面的人才，激励这些人才把自己具备的知识和物流知识融合在一起，促进第四方物流的发展。大力引进和培育掌握现代知识的物流复合型人才，形成一支适应现代物流产业发展的高素质人才队伍，以促进和保障未来第四方物流在我国的发展，提升我国物流产业的整体水平。

3. 从客户企业角度出发

必须彻底革新旧有的观念，“大而全”的发展模式已无法适应时代的要求，为了真正做到“以客户为中心”，企业必须向专业化方向发展，包括人、财、物在内的所有资源都必须优先投入到企业的核心业务中去，以逐步建立企业的核心竞争力。而类似于物流服务这样的“副业”完全可以外包给专业的物流服务提供商，不仅有利于企业节约成本，而且能进一步提升物流服务的质量，实现企业、物流服务商和客户“三赢”的局面。

我国的物流行业起步比较晚，但是伴随着我国经济的飞速发展，我国的物流管理也进入了快速发展阶段。同时物流业的竞争也越来越激烈。国际知名物流企业的进入使得竞争更加激烈。我国目前的物流业仍处于比较落后的状态，要完全实现第四方物流必然需要经历一段漫长的过程。而在此过程中，包括政府、物流服务商和客户企业在内的各个方面都要勇于变革、勇于突破现状、勇于接受先进的思想和理念，只有这样，第四方物流的中国化之路才会越走越顺，达到较高的物流产业发展阶段，实现我国物流业的跨越式发展。

10.2 EPC 物联网和第四方物流

10.2.1 EPC 物联网概述

物联网，从字面上可理解为物与物相连的网络。以互联网为例，假如说它是以电脑与电脑间的网络连接为特征的话，那物联网则是以电脑与微型计算机间的低功耗、低成本、远距离和双向的无线连接为特征。一般来说，物联网包含的最基本的概念有：对物的位置、状态和身份等信息的感知，感知信息的采集和传输，信息的处理和反馈。根据与“物”相关的

信息传输和处理所涉及的范围大小，物联网即是一个相对简单的局域网，也是一个大范围的广域网。当通过公共网络、互联网等各种远距离信息传输手段，将成千上万这样的“小物联网”连接在一起，并将其所采集汇聚的海量信息，利用具有超强处理能力的“云计算机”进行处理，并根据我们的各种应用需要通过网络进行信息反馈时，就形成了一般意义上的物联网。

EPC 物联网是一种以 RFID 无线射频识别技术为基础，结合已有的计算机互联网网络技术、数据库技术、中间件（SAVANT）技术等，利用产品电子代码（Electronic Product Code，EPC）技术给每一个实体对象分配一个唯一的代码，构筑一个由大量联网的 RFID 阅读器和大规模的贴上 EPC 标签组成的、比互联网更为庞大的网络。在这个网络中，系统可以自动地、实时地对物体进行识别、定位、追踪、监控并触发相应事件。

EPC 物联网是一个非常先进的、综合的和复杂的系统，见表 10-1，EPC 物联网由 EPC 编码、EPC 标签及阅读器、EPC 中间件、ONS 服务器和 EPC IS 服务器六部分构成。这六部分又组成了 EPC 系统的 EPC 编码体系、射频识别系统和信息网络系统。

表 10-1　物联网系统构成

系统构成	名　称	说　明
EPC 编码体系	EPC 编码	标识对象的特定代码
射频识别系统	EPC 标签	贴在物品之上或者内嵌在物品之中
	阅读器	识读 EPC 标签
信息网络系统	EPC 中间件	管理的功能
	ONS 服务器	寻址的功能
	EPCIS 服务器	存储的功能

1. EPC 编码体系

全球产品电子代码 EPC 编码标准是新一代的与 EAN・UCC 编码兼容的新的编码标准。EPC 的目标是提供对物理世界对象的唯一标识，将电子标签按照 EPC 规则编码，并通过射频读写器和计算机网络来访问单个个体，革命性地解决了单个商品的识别与跟踪问题。

EPC 编码体系是全球统一标识系统的扩展和延伸，是 EPC 物联网的核心与关键。该编码主要由使用的协议版本号、物品的厂商代码、物品的分类代码以及单个物品本身的 SN 序列号四部分组成，长度有 64 位、96 位以及 256 位三种，且编码的数量近似无穷大，完全能够提供对物理对象的惟一标识。

2. 射频识别系统

射频识别（Radio Frequency Identification，RFID）系统，又称为电子标签（E－Tag）系统，是实现 EPC 代码采集和自动识别的功能系统。射频识别系统主要包括 EPC 射频标签和 EPC 标签阅读器两部分，EPC 射频标签存储了以 EPC 编码的数据，标签按照供电方式还可以分为有源标签和无源标签两种。EPC 标签阅读器是指遵循 EPC 规则的、读取标签中 EPC 代码并将其输入网络信息系统的射频识别阅读器，其主要实现初始化 EPC 标签内存的信息、读取 EPC 标签内存的信息和使 EPC 标签功能失效。EPC 射频标签与 EPC 标签阅读器之间并不是通过电流通信的，而是通过无线电感应方式进行信息交换。

RFID 具有读写距离远、读写速度快、不受环境限制、可读写性好，信息容量大，环境

污染小等优点。基于 RFID 的 EPC 射频识别系统具有：非接触识别、可穿透识别、快速移动物品识别、多物品同时识别等特点，为数据采集最大限度地降低了人工干预，是“物联网”形成的不可或缺的重要环节。

3. 信息网络系统

信息网络系统由本地网络和全球互联网组成，是实现信息管理、信息流通的功能模块。EPC 系统的信息网络系统是在互联网的基础上，通过 SAVANT 管理软件系统以及对象命名解析系统（ONS）和实体标记语言（PML）实现全球“实物互联”。

4. EPC 中间件

EPC 中间件（SAVANT，也称专家系统），SAVANT 被定义成具有一系列特定属性的“程序模块”或“服务”，负责过滤、整合和计数阅读器送来的标签或传感器的数据流，以减少网络流量。SAVANT 通过两个接口（阅读器接口和应用程序接口）与外界交互。其中识读器接口提供与标签阅读器，尤其是 RFID 阅读器的连接方法。应用程序接口是程序模块与外部应用的通用接口。

5. ONS

ONS 是联系前台 SAVANT 软件和后台 EPC Is 服务器的网络枢纽，类似 DNS 服务器在 Intemet 中的作用，为整个系统的正常运转提供 EPC 查找服务，并将 EPC 代码转化为一个或多个含有物品信息的主机的 URL 地址，以获取 EPC Is 服务器上更多的物品相关信息。由于 ONS 设计与架构都以因特网域名解析服务 DNS 为基础，可以使整个 EPC 网络以因特网为依托，迅速架构并顺利延伸到世界各地。ONS 体系机构是一个分布式的系统架构，主要由：映射信息、ONS 服务器和 ONS 缓冲存储器组成，

6. EPCIS

物理标识语言（Physical Markup Language，PML）是一种被设计为描述物流对象的网络信息的书写标准，源于可扩展标识语言（XIVIL），以对物理实体进行远程监控和环境监控提供一种简单、通用的描述语言为目标，应用将非常广泛。EPC 信息服务（EPC IS，旧称 PML 服务）存放了与大量制造商生产的物品相关的数据信息的 PML 文件。首先，SAVANT 通过 ONS 获取与当前所探测到的 EPC 相关的远程 EPC 信息服务器的地址；之后 SAVANT 向远程的 EPCIS 发送读取 PML 数据的请求，EPCIS 对此做出回应，返回给 SAVANT 它所请求的 PML 数据；再由 SAVANT 处理新读取的 EPC 标签的内容。同时 SAVANT 把自动识别基础组织所感应到的数据发送到远程 PML Sewer，PML Server 将这些数据整合到此 EPC 对应的 PML 文件中。可以看出，物联网的信息网络的建立，很大程度上依赖于现有的互联网。

随着我国市场经济和信息技术的进一步发展，提高物流效率的同时降低物流成本已成为企业发展的又一关键而受到高度重视，EPC 物联网及第四方物流作为优良的供应链优化技术，必将成为我国物流产业进一步发展和提升的催化剂，从而得到广泛应用。

10. 2. 2　现有物流体系及思考

物流是指物品从供应地向接收地的实体流动过程，现代物流系统是从供应、采购、生产、运输、仓储、销售到消费的供应链。物流社会化、信息化的目标是要协助物流业务，实现将全社会顾客所需的正确的产品（Right Product）能够在正确的时间（Right Time）、按照

正确的数量（Right Quantity）、正确的质量（Right Quality）和正确的状态（Right Status）送到正确的地点（Right Place）——即社会物流总成本最小基础上的“6R”。

在实际情况中，物流活动是由代理物流的第三方物流（Third Party Logistics，3PL）公司去承担的，但由于第三方物流企业自身缺乏市场所需的综合技能、集成技术以及全球扩展能力，第三方物流已无法满足整合社会物流资源，使整个地区、国家乃至全球范围内物流高效率运作的需求。除此之外，由于实际物体在移动过程中各个环节都是处于运动和松散的状态，信息常常随着实际活动在空间和时间的变化而变化，对单个产品标识并实时跟踪变得十分必要，然而，现有的条码技术却远远无法达到需求。

综上所述，为了实现社会物流总成本最小基础上的“6R”，满足社会化物流的新需求，现有的物流体系需要改变。现有的物流配送体系如图 10-1 所示。

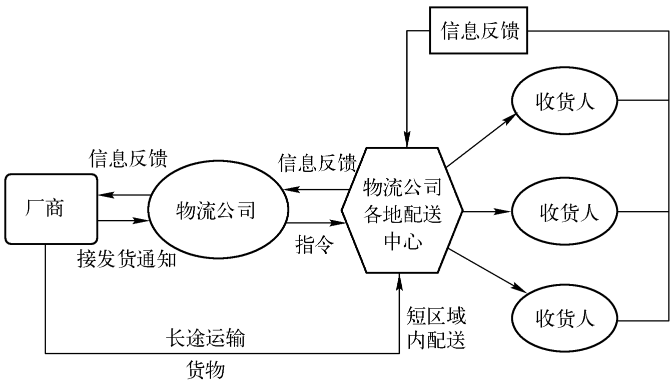


图 10-1　现有的物流配送体系

现有的物流配送流程可以划分为以下几个步骤：

1）厂商或其他顾客找寻合适的第三方物流企业，并下达发货通知；

2）第三方物流企业接到发货通知后，核对货物信息并开始运输货物；

3）货物经长途运输到达第三方物流企业的各地配送中心；

4）配送中心对货物作分拣、入库并下达区域内配送指令；

5）第三方物流企业进行短途配送；

6）货物到达收货人手中，收货人对物流过程作相应反馈；

7）第三方物流企业确认货物到达目的地后，反馈信息给厂商等下达订单企业。

如上所述，结合社会化物流的新需求，可以得出现有物流配送体系的以下弊端：

1）对第三方物流企业的选择没有一个完备可靠的标准，当前，厂商或其他顾客大多仍是凭借过往交易经验等主观因素来决定第三方物流企业的选择。

2）目前对货物的标识仍多采用条形码技术，条形码因其成本低且易于印刷实现在 20 世纪后期得到各大零售商的青睐，然而随着科学技术的不断发展，条形码的劣势也逐渐呈现出来：条形码必须通过人工控制扫描仪进行信息采集；扫描距离近，只接收视野范围内的条形码；标签易受损，且受损后无法辨认目标；条形码只能识别生产者和产品，并不能辨认具体的商品；通用条形码数量有限，无法对商品进行唯一标识。

3）第三方物流配送过程缺乏合理的配送指导，配送路线单一，车载控制死板。例如送往同一目的地的货物往往需要等到车辆装满后才能进行配送，不利于物流时间成本的降低。

4）在长途运输过程中，无法对货物实时监控，必须在货物到达第三方物流指定的货物集散地，经过人工扫描后才能确认货物的当前状态。

5）第三方物流的各地货物配送中心，往往集成了仓储、数据采集、配送等功能。在市场竞争环境下，众多第三方物流企业为提升自身的竞争力，纷纷建设自己的各地货物配送中心，这无形中造成了社会资源的严重浪费。

6）货物到达收货人手中后，收货人的反馈信息是回馈给第三方物流企业，以促进企业的发展。但第三方物流企业接到反馈信息后的处理缺乏监督，没有一个公共的平台来为收货人共享此类反馈信息。

7）收货人的信息反馈无法直接转变成厂家和其他物流需求企业对第三方物流企业选择时的评价标准。

10.2.3　基于 EPC 物联网的第四方物流解决方案

当前物流配送体系存在诸多缺陷，为了充分实现社会物流总成本最小基础上的“6R”，满足货物实时监控的物流新要求，结合 EPC 物联网和第四方物流相关知识，设计了基于 EPC 物联网的第四方物流信息化解决方案，提供综合性物流服务，如为物流需求企业提供第三方物流企业优化选择服务，为第三方物流企业提供物流运输路径优化服务等。

基于 EPC 物联网的第四方物流解决方案是集成了第四方物流和 EPC 物联网的信息化供应链解决方案，不仅通过第四方物流实现了对第三方物流企业和物流需求企业的集成和优化管理，还从 EPC 物联网的角度实现货物 RFID 智能化识别、定位、跟踪、监控和仓储管理。

（1）大脑——第四方物流信息平台

第四方物流信息平台集成了众多客户的物流需求信息和第三方物流的物流资源信息，这些信息在平台上形成数据池，通过对这些数据集成、协调和优化，来为客户提供综合性物流服务，如为物流需求企业提供第三方物流企业优化选择服务，为第三方物流企业提供物流运输路径优化服务等。

（2）骨架——EPC 物联网

基于 EPC 物联网的第四方物流解决方案是构建在 EPC 物联网基础上的供应链解决方案，通过对物品贴上经过 EPC 编码的射频标签，唯一的标识物品，并通过沿途 EPC 标签射频阅读器组成的读写网络，读写 EPC 标签信息，之后通过 EPC 物联网的信息网络系统对信息进行处理，从而达到对货物的沿途实时监控。

（3）虚拟配送中心

基于 EPC 物联网的第四方物流解决方案通过对第三方物流企业的各地货物配送中心进行整合，形成了虚拟配送中心。由于采用 EPC 标签作为对货物的标识，用 EPC 射频标签取代原有的条形码，在节约了人工查看进货条形码的劳动力成本的同时，加快了物品在配送中心的流通速度，进一步实现零仓储。原来的人工分货、配货、储货的配送中心因此也转变为了自动识别货物、自动下达配送指令的虚拟配送中心。

（4）评价反馈体系

在基于 EPC 物联网的第四方物流解决方案中，用户将第三方物流企业的服务评价反馈给第四方物流信息平台，由平台对反馈信息进行处理。通过对回馈信息的处理，不断修正第三方物流评价指标，以达到对第三方物流的监督和为物流需求企业提供第三方物流优化选择服务。

10.3 基于 EPC 技术的第四方物流信息平台设计与开发

10.3.1 第四方物流信息平台概述

第四方物流与传统物流的最大区别在于“信息”，第四方物流以互联网为基础，结合管理运筹学与现代信息技术，将世界各地的业务伙伴联结起来置于同一个信息管理平台上，确保物流信息快速、可靠地传递，同时结合运筹管理学知识对供应链进行合理的管理，减少各环节的成本，做到更加高效、更为科学的物流。可见，第四方物流的优势就在于信息管理平台的建立。

第四方物流信息管理平台主要涉及的信息技术有 EPC 编码体系、条码（Bar Code）技术、电子数据交换技术（EDI—Electronic Data Interchange）、全球定位系统 GPS（Global Positioning System）、地理信息管理系统 GIS（Geographical Information System）、射频技术 RF（Radio Frequency）。此外，还可能涉及计算机电信集成（CTI—Computer Telecommunication Integration）技术等。

10.3.2 第四方物流信息平台的功能分析

基于 EPC 物联网的第四方物流信息平台是一个基于 Internet 的软件应用平台，它打破了地域分散性的限制，是各注册成员发布物流信息、选择物流合作伙伴、进行物流跟踪以及物流满意度反馈的信息交互平台。因此，第四方物流信息平台必须具备如下功能：集成和管理第三方物流企业、优化管理物流交易、物流运输沿途追踪以及物流满意度反馈。具体需求描述如下：

（1）信息集成功能

为充分发挥第四方物流优化能力，第四方物流信息平台必须具备过硬的现代信息技术。通过对集成在平台中的众多客户的需求信息和第三方物流的物流资源信息进行优化、分析和调用，第四方物流才能为客户提供个性化的供应链优化方案。

（2）为物流需求方提供信息发布服务和集成优化方案

物流需求方是第四方物流信息平台的主要服务对象，为物流需求方提供科学、合理、高效的物流解决方案是第四方物流信息平台的首要任务。因此，第四方物流信息平台首先必须具备为物流需求方提供物流信息发布和处理的功能；其次，还应具备根据订单信息的不同，为物流需求方优化选择合适的第三方物流商的优化功能。

（3）为第三方物流提供商提供物流交易管理和物流优化方案

第三方物流提供商是第四方物流的最主要合作伙伴，也是物流活动的真正实施者。为了帮助第三方物流提供商降低物流成本、提高物流效率、增强企业竞争力，第四方物流信息平台必

须具备为第三方物流提供商提供稳定的企业顾客、优化配送路线、管理物流交易等功能。

（4）物流运输沿途追踪和定位

为了优化运输路线和保证货物沿途运输的可靠性，第四方物流信息平台还应具备集成货物沿途信息，实时追踪货物，同时向用户开放货物沿途运输过程中的货物状态、订单信息等查询功能。由于平台底层是以 EPC 物联网为依托，货物的追踪将变得更加实时有效和更加精确。

（5）物流满意度反馈

为增强对第三方物流供应商的监管，促进第三方物流企业的良性竞争，同时为客户选择最合适的第三方物流提供商。在物流配送任务完成后，第四方物流信息平台应具备接受客户对第三方物流供应商的评价、对物流任务完成满意度等的反馈，从而进一步修正平台对第三方物流提供商优化选择功能。

10.3.3　第四方物流信息平台的体系结构

整个第四方物流信息平台采用 B/S 分层体系结构，总体上分为：基础层、集成层、服务层和用户层四个相对独立的单元。第四方物流信息平台的系统结构如图 10-2 所示。

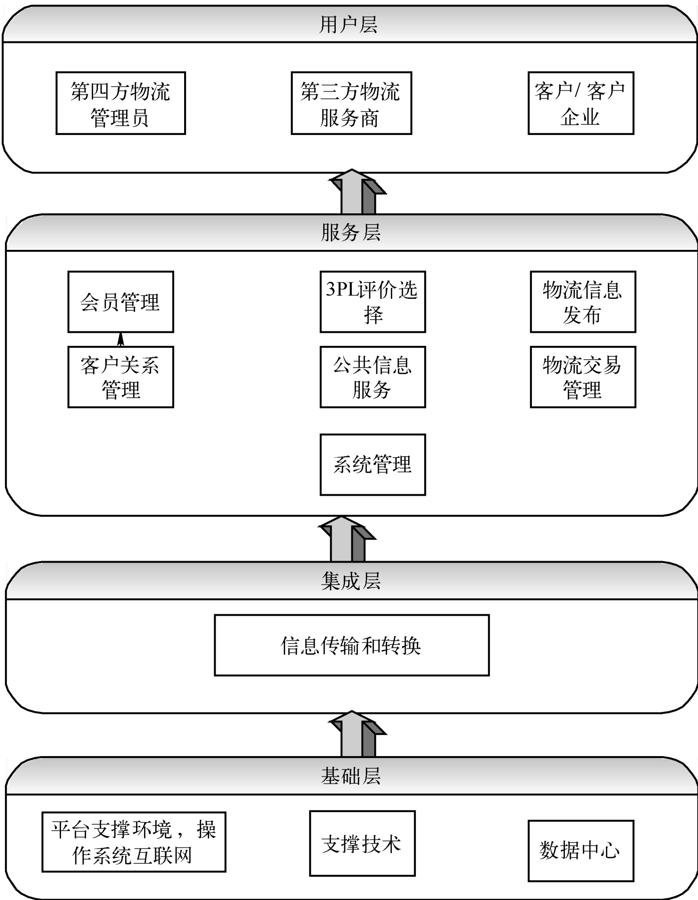


图 10-2　第四方物流信息平台体系结构图

（1）基础层

基础层是整个平台得以运行的最基本的保障。主要包括平台的支撑环境、支撑技术以及公共数据中心。其中平台支撑环境主要是指计算机网络和操作系统；平台支撑技术是用来支持平台的通用协议和标准规范，如 ASEENT 架构、XML 规范、TCP/IP 协议等；数据中心即物流资源信息库，包括用户信息、订单数据、物流资源信息和政策法规等。

（2）集成层

集成层是基础层和服务层连接的桥梁，它从基础层取得相关数据，为服务层的相关服务提供数据定义、信息传输和交换、业务过程定义等。

（3）服务层

服务层是第四方物流服务平台的各种具体应用服务实现的核心层。包括各种功能模块，如会员管理、客户关系管理、物流交易管理、第三方物流企业的选择和评价、公共信息服务、系统管理等。

（4）用户层

用户层是第四方物流服务平台的操作层。用户层主要包括三种角色：客户/客户企业，第三方物流和第四方物流服务商（平台管理者）。

10.3.4 第四方物流信息平台的功能

依照第四方物流信息平台体系结构，第四方物流信息平台功能模块如图 10-3 所示。

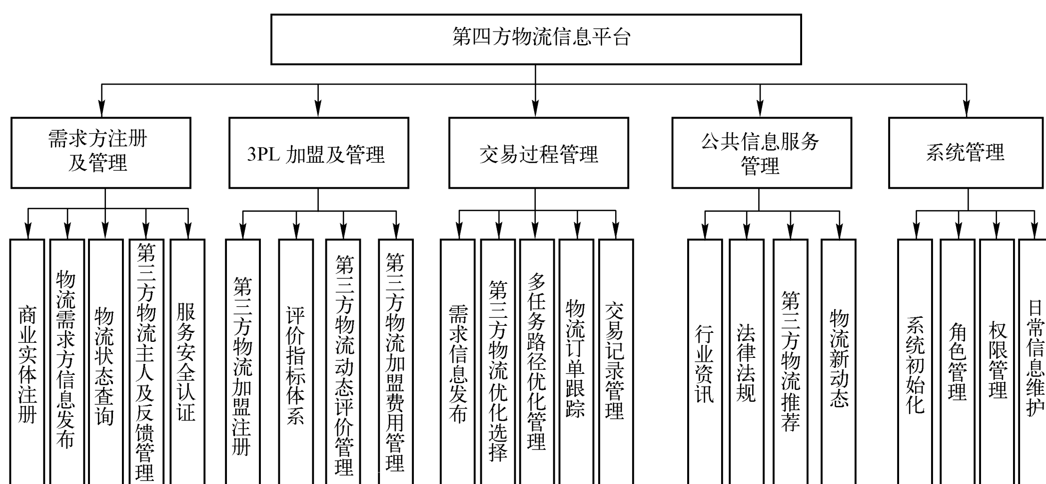


图 10-3　第四方物流信息平台功能模块

（1）需求方注册及管理模块

需求方注册及管理模块主要完成第四方物流对物流需求方的管理以及需求方对自身相关信息的管理。主要包括商业实体注册、物流需求方服务发布、物流状态查询、第三方物流评价及反馈管理和服务安全认证五个子模块。其中商业实体注册模块和服务安全认证模块，保障只有经过系统认证的物流需求方才能够使用平台，并管理物流需求方的注册信息。物流需

求方服务发布子模块是物流需求方发布需求方物流需求信息的功能模块。物流状态查询是物流需求方对其所有物流任务信息查询的功能模块；第三方物流评价及反馈管理模块是物流需求方在物流任务完成后对 3PL 评价打分、反馈物流满意度的功能模块。

（2）第三方物流加盟及管理模块

第三方物流加盟及管理模块主要完成第四方物流对第三方物流企业的加盟管理。主要包括：第三方物流加盟注册、评价指标体系、第三方物流动态评价管理和第三方物流加盟费用管理四个子模块。其中，第三方加盟注册子模块及第三方加盟费用管理是第四方物流对第三方物流企业加盟的注册信息及会费进行管理的功能模块。评价指标体系子模块是系统用于定义的第三方物流评价指标体系的功能模块。第三方物流动态评价管理子模块是根据客户评价值动态修正各个第三方物流企业评价指标值、为第三方物流优化选择提供数据来源的功能模块。

（3）交易过程管理模块

交易过程管理模块是第四方物流信息平台的核心功能模块，主要负责对物流交易的管理和优化，是第四方物流对物流供应链优化核心思想的实现。该模块主要包括：需求信息发布、第三方物流优化选择、多任务路径优化管理、物流订单跟踪和交易记录管理五个子模块。其中，需求信息发布模块是在物流交易开始时，物流需求方发布物流需求信息的功能模块。第三方物流优化选择模块是当某个任务有多个备选第三方物流可行时，通过汇总第三方物流动态评价管理子模块的相应第三方物流评价指标值，经过计算得到各第三方物流相应的优劣权重，以供物流需求方选择最优的第三方物流承接任务。多任务路径优化管理子模块是为同时接收多任务的第三方物流提供配送路径优化的功能模块。物流订单跟踪子模块是为物流需求方对货物进行实时查询跟踪的功能模块。交易记录管理子模块是第四方物流信息平台记录物流交易的功能模块。

（4）公共信息服务管理模块

公共信息服务管理模块是为平台用户提供附加物流服务的功能模块。它主要包括：行业咨询、法律法规、第三方物流推荐和物流新动态各子模块。为平台用户提供不同的附加信息。

（5）系统管理模块

系统管理模块是平台管理员对第四方物流信息平台进行管理的功能模块。它基于 EPC 物联网的第四方物流信息平台的设计包括：系统初始化、角色管理、权限管理和日常信息维护四个子模块，为平台的正常运转提供了保障。

10.3.5　业务流程设计

第四方物流信息平台的主要业务流程，实际上就是不同角色使用第四方物流信息平台提供的服务的流程，因此第四方物流信息平台的业务流程设计，必须根据平台用户的角色来设计。下面就不同平台角色使用第四方物流信息平台的相关业务流程作简要说明。

1. 物流需求用户

对于物流需求用户，使用第四方物流信息平台的相关业务流程如图 10-4 所示。

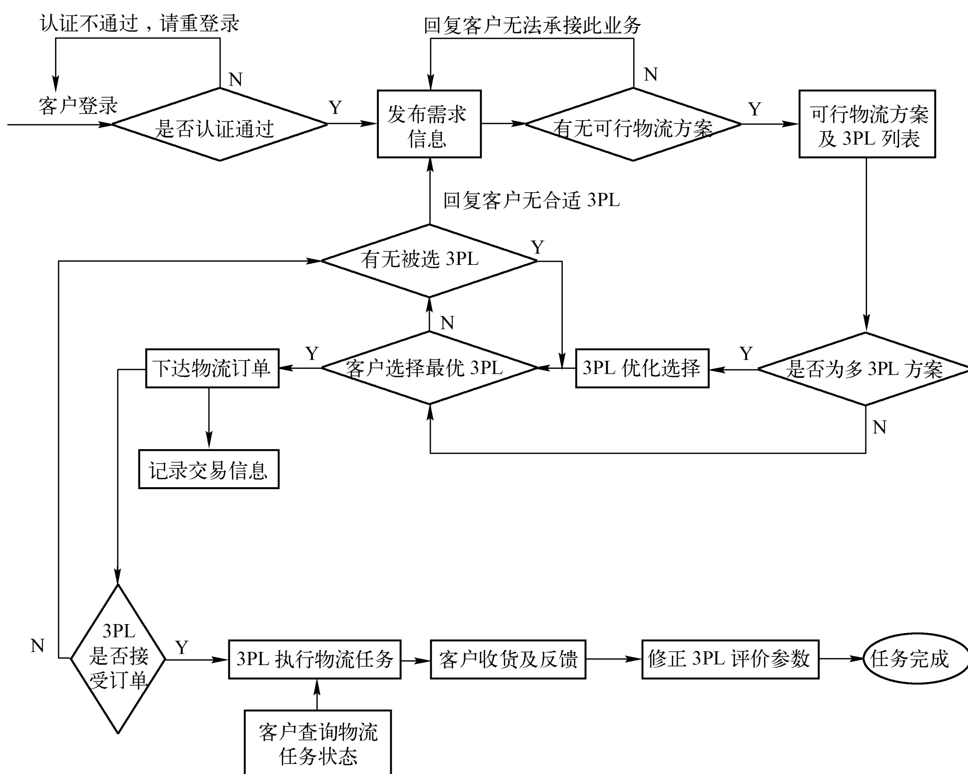


图 10-4　物流需求用户业务流程图

1）物流需求用户登录，登录过程客户需输入用户名和密码，以便系统确定用户身份的合法性。否则，请使用者在系统中注册并限制其浏览内容。

2）物流需求用户在登录信息平台成功后，发布详细的物流需求信息。并在新订单页面输入：运输货物名称、货物运输起点、货物运输终点、时间起止点，以及其他应注意的信息。客户输入物流需求成功后，系统触发查找可行的物流方案。

3）系统根据物流订单中货物相关信息，如货物运输起止点、货物重量等，查找可行的物流方案。若查找不到可行方案，则回复客户当前没有可行的方案；若查找到可行方案，则将可行的物流方案显示出来。

4）若可行性方案数不唯一，客户点击“第三方物流评价选择”，触发第三方物流供应商的优化选择功能。系统后台调用参选第三方物流服务提供商的相关评价指标值，计算最终优劣权重，并将权重值和筛选结果输出。需求用户依据输出信息进行第三方物流优化选择。

5）若需求客户对系统筛选结果满意，调用后台程序查找到相应的物流企业并下达物流订单，若第三方物流接受此订单，则订单下达成功，否则告知用户该 3PL 无法承接此任务。若需求客户对系统筛选结果不满意，则系统在排除先前最优方案后重复第 4）步和第 5）步，若仍未有需求客户满足的方案，则告知客户无法接收此订单。

6）物流订单下达成功，程序自动保存这次交易记录到数据库，并开启物流订单

跟踪。

7）第三方物流企业执行物流任务，系统自动更新订单状态以供需求客户查询物流任务的状态。

8）物流任务结束，客户对承担该次运输任务的第三方物流企业进行评价反馈。评价反馈值将进一步修正第三方物流供应商的评价指标值。

2. 第三方物流用户

对于第三方物流供应商加盟用户，使用第四方物流信息平台的相关业务流程如图 10-5 所示。

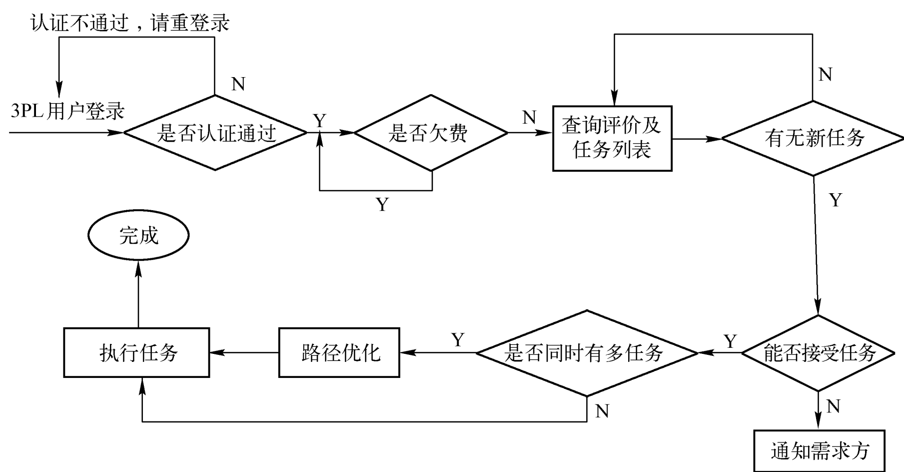


图 10-5　第三方物流供应商用户业务流程图

1）3PL 用户登录，登录过程客户需输入用户名和密码，以便系统确定用户身份的合法性。否则，请使用者在系统中注册并限制其浏览内容。

2）系统查询登录成功的 3PL 用户的会费记录，若会费不足，则关闭 3PL 用户接收订单和查询订单信息服务的权限，并告知其会费不足。

3）3PL 用户查询任务记录和受评价情况，促进企业内部优化。

4）3PL 用户查询任务列表，若系统有新订单下达，可查看订单信息，并决定是否承接该任务，并把承接与否回馈给物流需求用户。

5）3PL 用户接收订单，若同时承接多任务，3PL 可开启多任务配送路径优化服务。在录入相关城市信息后，系统自动调用路径优化程序，最后将优化结果输出。

6）3PL 执行物流任务，系统随时更新货物运输信息。

3. 第四方物流信息平台管理员

对于管理员用户，使用第四方物流信息平台的相关业务流程如图 10-6 所示。

1）管理员登录，需输入用户名和密码，以便系统确定身份的合法性。

2）管理员对系统进行管理，如用户角色、需求用户和 3PL 用户信息系统管理等。

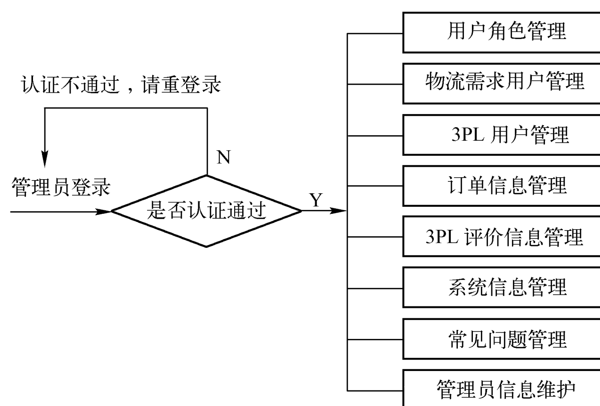


图 10-6　管理员业务流程图

10.3.6　数据库设计

第四方物流信息交易平台系统的主要任务是利用计算机网络处理大量数据以使客户获得所需要的信息。在系统中，除要保存大量的物流信息之外，还需要保存一些客户的信息，包括第三方物流和物流需求企业的相关信息，以便于管理工作中心的管理，提高平台的信誉度。因此数据库设计是整个系统设计的主要内容之一，数据库的设计质量对整个系统功能和效率有很大的影响，如何建立一个良好的数据库结构和组织形式，使客户能够迅速、准确地查找所需要的数据，是衡量信息管理系统开发工作的重要指标之一。所以，对数据库进行设计时，必须充分考虑到它的性能、可靠性、安全性、经济效益和便于操作等方面的问题。

1. 数据库需求分析

数据库的需求具体体现在对各种信息的提供、保存、更新和查询等方面。因此，通过对第四方物流信息平台各功能模块的分析，可得出本平台系统的数据库需要满足以下信息要求：

1）用户一般分为普通游客、注册物流需求用户、注册第三方物流供应商和管理员身份用户。

2）对于能够访问网站的游客，不需要登录系统便能浏览网站的公共服务信息。

3）对于注册物流需求用户，登录系统后可以维护个人信息，在下达物流订单时填写相关订单信息，并且在物流任务完成后可以进入第三方物流评价界面填写相关评价指标的评价值。

4）对于注册第三方物流供应商，登录系统后可以维护私有企业信息。在不欠费的情况下可以接收系统指派的物流订单并且查看订单信息，此外，还可以进入多任务配送路径优化界面填写沿途城市信息；在欠费隋况下，只能维护私有信息和查看过往交易记录。

5）物流订单分为单张详细订单和总订单。

6）第三方物流供应商的评价表单在录入时应与特定第三方物流供应商对应。

7）一个注册物流需求用户可以下达多个物流需求订单。

8）一个注册第三方物流供应商可以同时接收多个物流需求订单，并可被多个物流需求用户评价，但只具有一个评价表单，评价表单值为多个用户评价值的平均值。

9）一个订单在被特定的第三方物流供应商接收后应与相应的物流需求用户和3PL用户绑定。

10）为实现注册第三方物流供应商的多任务路径优化功能，还应具有相应的城市坐标信息列表。

综合上面对第四方物流信息平台数据库的需求分析，考虑到未来功能上的扩展，设计如下的数据项和数据结构：

1）用户信息包括的数据项：用户类型、用户登录ID、用户名、用户Email和用户其他信息。

2）管理员信息包括的数据项：管理员名、管理员登录ID、管理员密码和管理员对应的用户ID。

3）注册物流需求用户包括的数据项：需求用户名、需求用户ID、需求用户联系人、需求用户联系方式、需求用户对应的用户ID和用户其他信息。

4）注册第三方物流供应商用户包括的数据项：3PL名、3PL登录ID、3PL登录密码、3PL联系人、3PL联系方式、3PL注册信息、3PL会费信息和3PL对应的用户ID等信息。

5）物流订单信息包括的数据项：订单ID、订单始发城市、订单终结城市、订单起始日期、订单有效期、发布订单的需求用户ID和接受订单的3PL用户ID等。

6）评价信息包括的数据项：受评3PL名称、受评3PL ID和各指标信息。

7）城市信息包括的数据项：城市名、城市ID和城市坐标等信息。

2. 数据库概念结构设计

数据结构的组织和数据库或文件设计，就是要根据数据的不同用途、使用要求、统计渠道、安全保密性等，确定数据的整体组织形式、表或文件的形式，以及决定数据的结构、类别、载体、组织方式、保密等级等一系列的问题。

一个好的数据结构和数据库应该充分反映物流发展变化的状况，充分满足组织的各级管理要求。同时，还应该使得后继系统开发工作方便、快捷和系统开销（如占用空间、网络传输频度、磁盘或光盘读写次数等）小、易于管理和维护等特点。

第四方物流信息平台的实体有：需求客户实体、第三方物流实体、订单实体、评价实体和城市实体五类，各实体的关系，如图10-7所示。

管理员信息实体E-R图（实体-联系图）如图10-8所示。

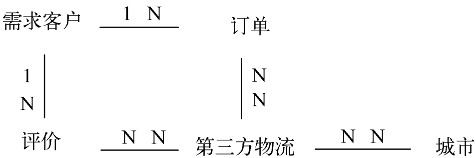


图10-7　实体间的关系E-R图

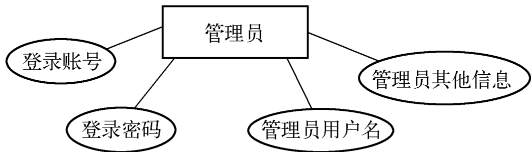


图10-8　管理员实体E-R图

物流需求用户实体信息E-R图如图10-9所示。

第三方物流供应商用户实体信息E-R图如图10-10所示。

订单实体信息E-R图如图10-11所示。

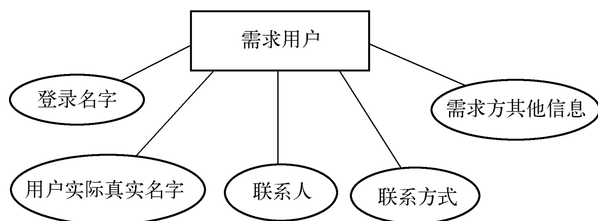


图 10-9　需求用户实体 E－R 图

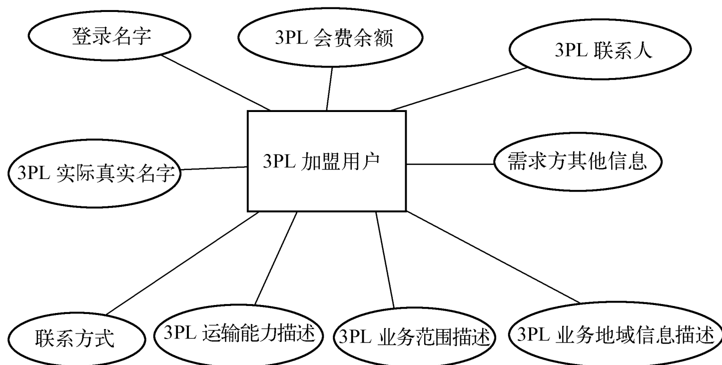


图 10-10　第三方物流供应商用户实体 E－R

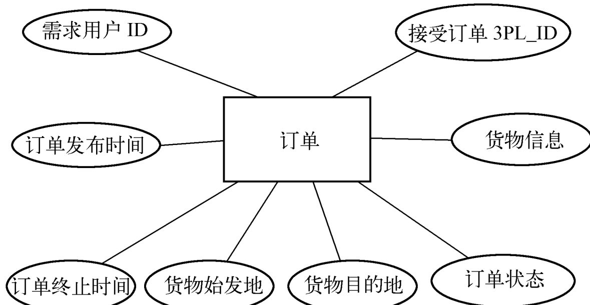


图 10-11　订单实体 E－R 图

第三方物流供应商评价信息 E－R 图如图 10-12 所示。

根据上面对各实体的数据项和数据结构的描述，建立数据库，数据库表的设计必须遵循如下重要原则：

1）表中的行和列都没有任何特定的顺序，但在一个表中，不应出现两个相同的行。

2）表中每一行和列的交叉位置，绝不会有多个值，即表中的每个数据项必须是单值的。

3）每一列在表中必须有唯一的名字，不同表中的列可以有相同的名字。

4）每个表至少有一个候选关键字，若表中有多个候选关键字，必须指定其中一个为主关键字。

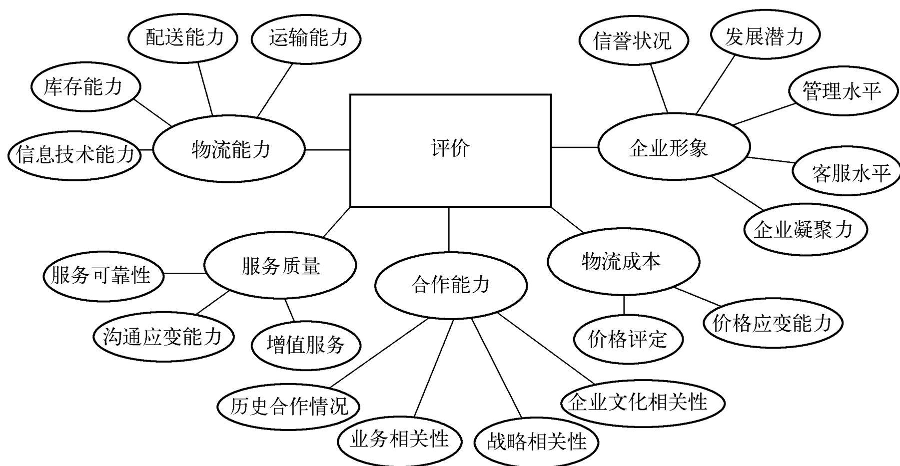


图 10-12　第三方物流供应商评价实体 E－R 图

第 11 章　EPC 物联网技术在乳制品供应链追溯中的应用

11.1　乳制品供应链概述

11.1.1　乳制品供应链相关概念

乳制品是以生鲜牛（羊）乳及其制品为主要原料，经加工制成的产品。其具体分类见表 11–1。

表 11–1　乳制品分类表

液体乳类	杀菌乳	以生鲜牛（羊）乳为原料，经过巴氏杀菌处理制成液体产品，经巴氏杀菌后，生鲜乳中的蛋白质及大部分维生素基本无损，但是没有 100% 地杀死所有微生物，所以杀菌乳不能常温储存，需低温冷藏储存，保质期为 2 ~ 15 天
	酪乳	以生鲜牛（羊）乳或复原乳为主要原料，添加或不添加辅料，使用保加利亚乳杆菌、嗜热链球菌等菌种发酵制成的产品。按照所用原料的不同可分为：纯酸牛乳、调味酸牛乳、果料酸牛乳；按照脂肪含量的不同可分为：全脂、部分脱脂、脱脂等品种
	灭菌乳	以生鲜牛（羊）乳或复原乳为主要原料，添加或不添加辅料，经灭菌制成的液体产品，由于生鲜乳中的微生物全部被杀死，灭菌乳不需冷藏，常温下保质期 1 ~ 8 个月
乳粉类	乳粉	以生鲜牛（羊）乳为主要原料，添加或不添加辅料，经杀菌、浓缩、喷雾干燥制成的粉状产品。按脂肪含量、营养素含量、添加辅料的区别可分为：全脂乳粉、低脂乳粉、脱脂乳粉、全脂加糖乳粉、调味乳粉和配方乳粉
	配方乳粉	针对不同人群的营养需要，以生鲜乳或乳粉为主要原料，去除了乳中的某些营养物质或强化了某些营养物质（也可能二者兼而有之），经加工干燥而成的粉状产品，配方乳粉的种类包括婴儿、老年及其他特殊人群需要的乳粉
炼乳类	炼乳	以生鲜牛（羊）乳或复原乳为主要原料，添加或不添加辅料，经杀菌、浓缩，制成的粘稠态产品。按照添加或不添加辅料可分为：全脂淡炼乳、全脂加糖炼乳、调味/调制炼乳、配方炼乳
干酪类	干酪	以生鲜牛（羊）乳或脱脂乳、稀奶油为原料，经杀菌、添加发酵剂和凝乳酶，使蛋白质凝固，排出乳清，制成的固态产品
其他乳制品类	干酪素	以脱脂牛（羊）乳为原料，用酶或盐酸、乳酸使所含酪蛋白凝固，后将凝块过滤、洗涤、脱水、干燥而制成的产品
	乳清粉	以生产干酪、干酪素的副产品——乳清为原料，经杀菌、脱盐或不脱盐、浓缩、干燥制成的粉状产品
	乳糖	以生产干酪、干酪素的副产品——乳清为原料，经分离、浓缩、结晶、干燥，制成的晶体粉状产品
	乳脂肪	以生鲜牛（羊）乳为原料，用离心分离法分出脂肪，此脂肪成分经杀菌、发酵或不发酵等加工过程，制成的粘稠状或质地柔软的固态产品。按脂肪含料不同可分为：稀奶油、奶油、无水奶油
	复原乳	又称”还原乳”或”还原奶“，是指以乳粉为主要原料，添加适量水制成与原乳中水、固体物比例相当的乳液

（续）

其他乳制品类	发酵乳	以生乳为原料添加乳酸菌，经发酵而制成之饮料或食品，大多经过调味。发酵乳又称优酪乳，固体状的又称优格。发酵乳中所含的乳酸菌有很多种，其中有一些能在人体肠道中生长繁殖，具有整肠作用，有一些则不能在人体肠道中繁殖，但整体而言，发酵乳中所含蛋白质、矿物质（尤其是钙）、维生素与乳酸，是一种良好的食品，唯一需注意的是其他添加物如糖、香料、色素等是否合格
	地方特色乳制品	使用特种生鲜乳（如水牛乳、牦牛乳、羊乳、马乳、驴乳、骆驼乳等）为原料加工制成的各种乳制品，或具有地方特点的乳制品（如奶皮子、奶豆腐、乳饼、乳扇等） 稳定可控奶源基地：系指自建牧场、合建牧场、参股小区及签订购销合同的合法生鲜乳收购站等。

乳制品供应链是以乳制品为研究对象，围绕核心企业，通过对物流、信息流、资金流的控制，从奶源采购开始，经乳品生产、加工、配送把乳制品转移到超市、商场、食堂等终端企业，最后销售给消费者的将乳牛养殖厂、乳制品生产企业、原料奶加工企业、配送商、零售商以及最终消费者连成一个整体的功能网链模型。其结构示意图如图 11-1 所示。

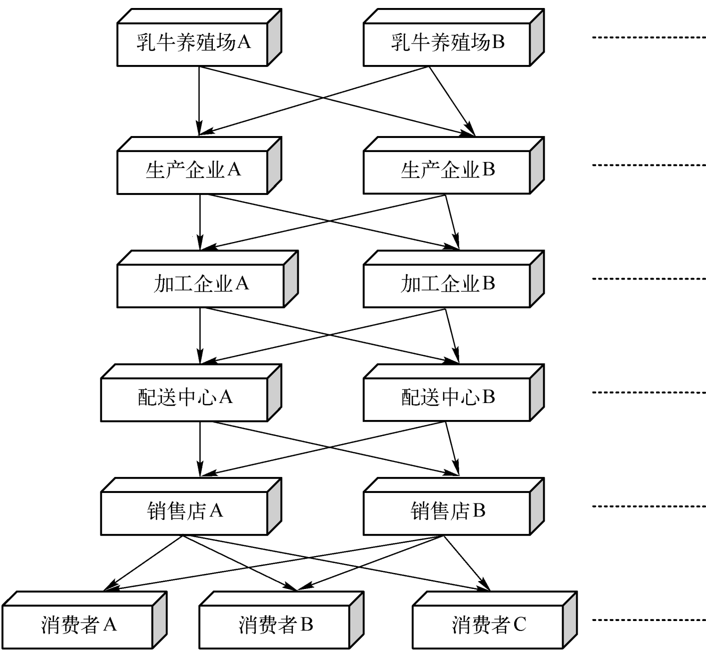


图 11-1　乳制品供应链结构示意图

11.1.2　乳制品供应链的模式

一般而言，乳制品供应链包括产前、产中、产后三大环节。产前主要包括信息指导和奶源采购；产中主要包括乳制品的生产加工过程；产后主要包括流通、消费等环节。根据在供应链中起主导作用环节的不同，乳制品供应链可以分为以下三种模式。

（1）核心企业型模式

该模式所对应的供应链是以乳制品加工企业为主导的，此中供应链模式可以分为“公司 + 奶农”和“公司 + 奶源基地 + 奶农”两种类型。核心企业型供应链模式如图 11-2 所示。

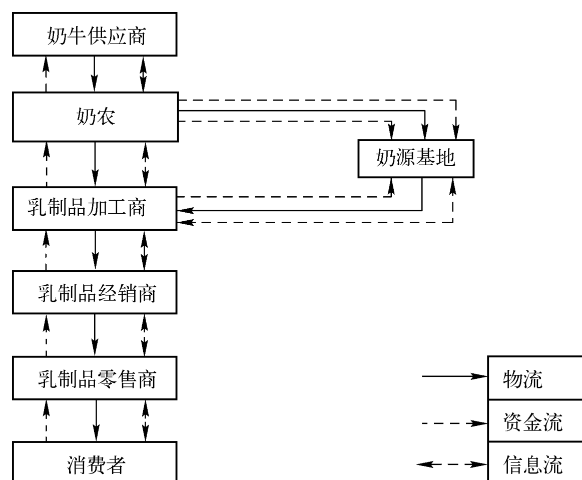


图 11-2　核心企业网链模式图

“公司 + 奶农”的模式起源于 20 世纪 90 年代末，黑龙江省奶业企业竞相崛起，一些奶业企业在养牛户相对较多又有发展前景的地方扎根落户，并逐渐形成龙头企业带动农户增收的“公司 + 奶农”产业模式，这种模式的组织形式是乳制品加工企业帮助奶农联系优质的奶牛品种并为其提供资金，奶农则利用加工企业所提供的资金从生产资料供应商处购买所必需的生产资料来负责奶牛的饲养，最后乳制品加工企业从奶农那里收购生产的原料奶来进行乳制品加工，再经过乳制品的经销、零售等多个环节最终转移到消费者手中。该模式比较典型的代表企业是省级重点龙头企业杜尔伯特伊利乳业有限责任公司。

该种网链模式对应的乳制品供应链由五个环节组成：奶牛的养殖环节、原料奶生产环节、乳制品加工环节、乳制品经销环节及乳制品销售环节。乳制品供应链的要素企业包括生产资料供应商、奶农、乳制品加工企业、乳制品经销商、乳制品零售商、消费者。

另一种核心企业型供应链模式则是“公司 + 奶源基地 + 奶农”模式，蒙牛集团、雀巢公司、光明乳业以及完达山乳业都是采用该种模式。该模式脱胎于“公司 + 奶农”模式，由于饲养奶牛的农户增多，规模扩大，乳制品加工企业为了取得稳定、高质的奶源，延长乳制品前向的产业链条，从而建立奶源基地，奶农集中到基地榨乳，或者在规定时间挤奶，再将奶送到奶源基地。该种网链模式对应的乳制品供应链也由五个环节组成：奶牛的养殖环节、原料奶生产环节、乳制品加工环节、乳制品经销环节及乳制品销售环节。乳制品供应链的要素企业包括生产资料供应商、奶农、乳制品加工企业、乳制品经销商、乳制品零售商、消费者。

核心企业型的乳制品供应链模式的优势表现为：1）物流更为顺畅。奶农在加工企业提供的资金、技术支持下进行奶牛的养殖，乳制品加工企业可以更为便利地进行原料奶的收购以及乳制品的加工，再经过经销商、零售商转移给消费者，使得整条供应链的物流更为通畅、便捷。2）供应链相对稳定。无论是“公司 + 奶农”模式还是“公司 + 奶源基地 + 奶农”模式，奶农和乳制品加工企业都以契约（合同）的形式连接起来实现长期、稳定的交易。乳制品加工企业在能够保证奶源稳定的前提下，与下游分销商的联系也将更为稳定，这些都大大加强了整条供应链的稳定性。3）提高乳制品质量。在该种模式下，乳制品加工企业对奶农实施技术指导、监督、统一生产标准、保证原料奶的质量，从而可大大提高乳制品

的质量。

尽管核心企业型网链模式具有较多的优势，但是由于信息不对称性和不完全性。奶农处于供应链的末端，在信息获取、价格发现、讨价还价等方面都处于劣势，他们很可能成为其他环节参与者利益的牺牲品，这将极大抑制奶农参与市场的积极性。此外，信息的不对称通常还会引发道德风险和逆向选择。由于市场风险的承载能力有限，奶农和公司虽然签订了收购协议，规定了收购的质量、价格等事项，但当市场供需发生剧烈变化，超过了公司和奶农的承担限度时，订单的实现会变得十分困难，违约将不可避免。

（2）超市网链型模式

20 世纪 90 年代以来，超市已逐渐成为人们生活中不可缺少的一部份。较大规模的超市几乎都经营乳制品，超市作为一种零售业态，直接为消费者提供商品和服务，相对于供应链上的其他节点而言，超市具有更快的市场需求反应能力，因此，具备了主导供应链的条件。为此，在各地以超市为纽带和核心的乳制品供应链开始形成。超市型网链模式是以超市为核心的连接生产资料供应商、奶农、乳制品加工企业、最终消费者的乳制品供应链模式。具体的超市网链型模式供应链如图 11–3 所示。

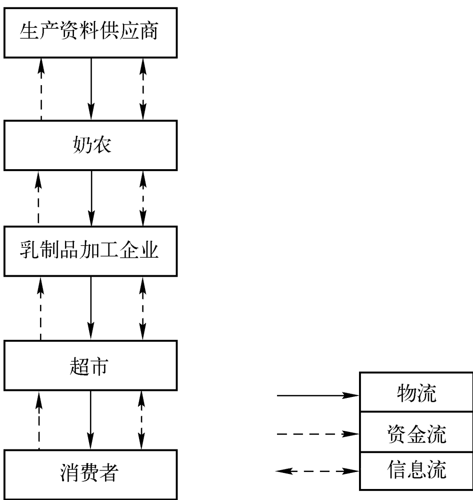


图 11–3　超市网链模式图

超市型乳制品网链模式的优势表现在：1）需求反应速度和准确度提高。超市作为供应链的末端直接连接消费者，通过完善的信息系统能够快速地获取消费者的需求信息并将信息反馈给供应链其他节点，整条供应链的需求反应速度得到提高。2）节约成本。超市通过整合各个门店的需求来进行集中采购与统一配送，一方面降低了采购、运输、存储成本；另一方面，上游企业也可以进行规模化生产与加工，从而进一步降低了整条供应链的成本。3）供应链稳定性增强。大规模超市具有足够的资金保障与稳定的合作伙伴。可以直接向上游加工企业下订单并及时反馈需求信息，从而增强整条供应链的稳定性。

但是超市型网链模式也有它自身的不足。虽然此种模式的供应链可以大大降低库存但不能消灭库存，库存管理机制的不完善导致乳品制造商与超市的利益协调难度加大。

（3）连锁配送型网链模式

当经营乳制品的连锁超市规模不断扩大，进而在全国各地形成多家分店后，各个分店对乳制品的需求差异大相庭径。为了尽量控制这些差异所引起的成本的增加，需要一个相对安全且稳定的能满足各个店面差异的供应源，这时就产生了配送中心，配送中心对各个连锁分店的订货进行汇总、加工、包装、分拣、配送，最终按时、按质、按量地将订货送到各分店。具体的连锁配送型模式供应链如图 11–4 所示。

连锁配送型网链模式的优点是降低物流成本的同时又提高供应链的整体效率。乳制品配送中心与连锁超市合作实施集中采购、统一发货的配送方式，并通过对市场信息反馈来减少与库存、运输等有关的物流费用，最终达到降低物流成本，提升连锁超市的竞争优势，提高

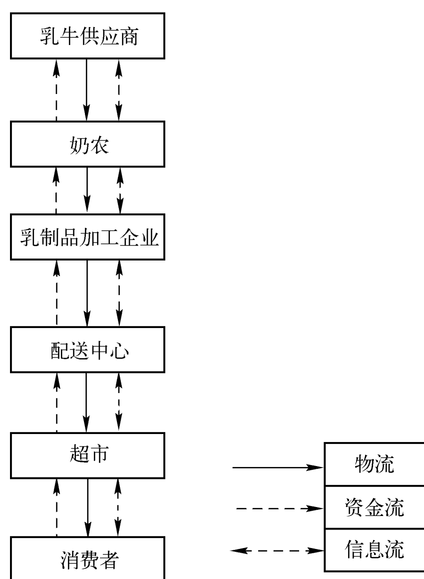


图 11-4　连锁配送型企业网链模式

供应链的整体效率的目的。

（4）多种网链模式并存

通过以上分析可知，不同的网链模式具有不同的优点和局限性，但现实生活中，大部分乳制品供应链呈现出的是多种网链模式并存的格局。本文也是基于这种多种网链模式并存的供应链模式进行研究的，具体的供应链网链模式图如图 11-5 所示。

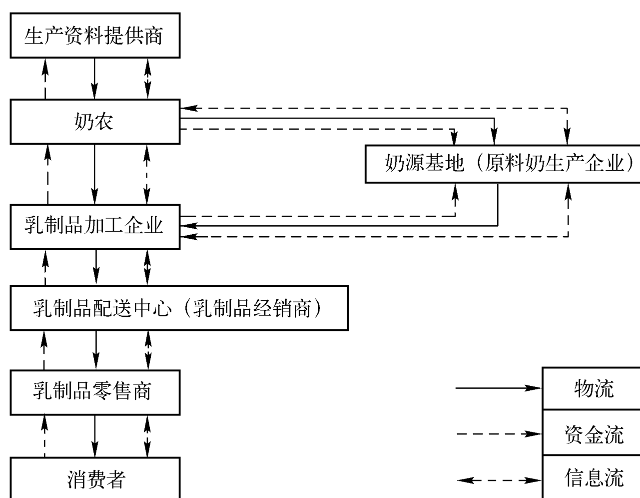


图 11-5　多种网链并存型企业网链模式

以上所述是乳制品供应链的四种运营模式，不同类型和规模的企业适合不同的供应链运营模式，不同的运营模式下也会有不同的供应链追溯模式。下面详细阐述乳制品供应链的不同追溯模式。

11.2　乳制品供应链追溯模式分析

11.2.1　乳制品供应链的可追溯性

国际食品法典委员会 CAC 与国际标准化组织 ISO 对可追溯性的定义是：通过登记的识别码，对商品或行为的历史或位置予以追踪的能力。可追溯性是利用已记录的标记，对产品的历史、所处场所、应用情况或活动进行追溯的能力。

乳制品追溯是指在乳制品供应链的整个过程中对乳制品的各种相关信息进行记录存储，其目的是在出现乳品质量问题时，能够快速有效地查询到出问题的环节，必要时进行乳制品召回，实施有针对性的惩罚措施，由此来提高乳品质量水平。乳品质量安全的控制应当跟踪乳品生产的全过程，从乳牛养殖场到消费者购买乳制品，保证消费者消费的乳品都能追溯到乳品生产的各个环节。

11.2.2　供应链追溯模式

近年来乳制品安全事件相继爆发，乳制品安全问题引起了人们的广泛关注，实施乳制品信息追溯的重要性日益凸显。

1. 现行追溯运行模式分析

追溯信息的保存和链接方式，决定了追溯的模式。通过对现有追溯系统的分析，其追溯模式大致可以分为链式追溯模式、交叉式追溯模式、基于中央数据库式追溯模式、指针式追溯模式和混合式追溯模式五类。

（1）链式追溯模式

链式追溯是指产品追溯所需要的信息随着物料流沿着供应链从上游到下游一级一级地传递，各环节的企业在接受到物料后再对产品进行标识，标识中记录了产品的一些相关信息，当消费者或某些组织需要追溯产品的相关信息时，只能随着供应链进行逐级追溯。这种追溯方式称为链式追溯，如图 11-6 所示。

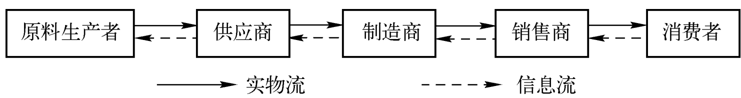


图 11-6　链式追溯模式图

在实施链式追溯时，企业只能遵循“向前一步，向后一步”的原则，追溯信息由企业各自保存，物料流经过各个环节时，相关信息由相对应的环节企业自身保存起来，而信息的共享也仅限于有直接业务联系的企业间发生。

链式追溯模式的优点在于操作简单，且不需要开发统一的数据接口，实施成本低；缺点是反馈时间较长，效率低，一个节点出现问题就会导致整个追溯链中断，并且安全性不高。

对于业务包含乳制品供应链全程的集团型企业，在进行集团企业内部的信息追溯时，各下属企业之间可以采用这种链式追溯模式。

（2）交叉式追溯模式

当供应链中某个节点企业对应多个上游企业或多个下游企业时，该节点实行的就不是单一的直线型追溯模式，而是交叉式追溯模式，如图 11–7 所示。

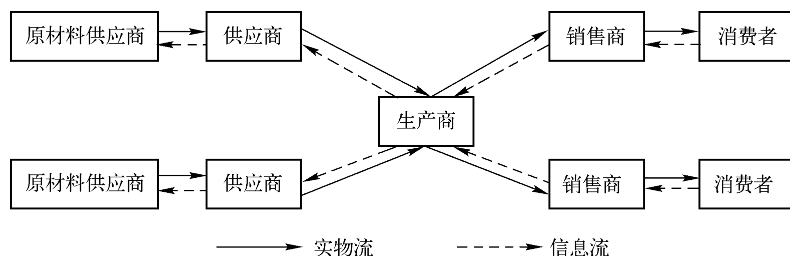


图 11–7　交叉式追溯模式图

交叉式追溯模式和链式追溯模式一样也没有统一的数据接口，区别是信息在向供应链中传递时会在某个节点处汇集，然后再分散向下游传递。交叉式追溯模式的优点是当非关键节点出现问题时不会导致追溯链中断，可以通过其他节点继续追溯；缺点是关键节点出现问题时，会导致整个追溯链中断 。

核心企业比较适合采用交叉式追溯模式。比如在加工企业占主导作用的供应链上，加工企业有多个上游供应商及多个下游销售商，上游供应商的产品及信息汇集在此处，并从此处向下游提供产品及相关信息。

（3）中央数据库式追溯模式

随着以政府监管为主导的追溯平台的建立，需要建立统一的数据接口，于是就出现了中央数据库式追溯模式，如图 11–8 所示。

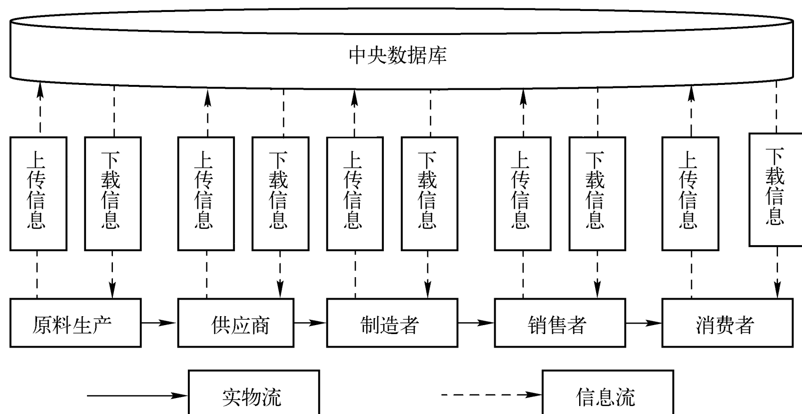


图 11–8　中央数据库式追溯模式图

供应链各节点需要将追溯信息直接上传至中央数据库，而中央数据库作为统一的数据接口来保存追溯信息。用户需要查询时，通过向中央数据库发出查询请求来获取相应的信息。

在此种追溯模式下，供应链各节点企业不需要建立自己的数据库，所有数据会保存在一个统一的中央数据库中，这使得数据的保存和链接更为便利。一方面企业能够通过中央数据库在自己的权限范围内查询到供应链各个环节信息，这样便实现了整条链的可视化管理；另一方面，由于大量的数据需要保存在中央数据库中，这对中央数据库的负载能力提出了很高

的要求，并且各地中央数据库之间的兼容问题也成为实施该种追溯模式的阻碍。

（4）指针式追溯模式

为了缓解中央数据库的压力和解决兼容性问题，引入指针式追溯模式。这种追溯模式需要节点企业建立独立的数据库来存储追溯信息，同时向外部提供数据接口以实现信息交互，如图 11–9 所示。

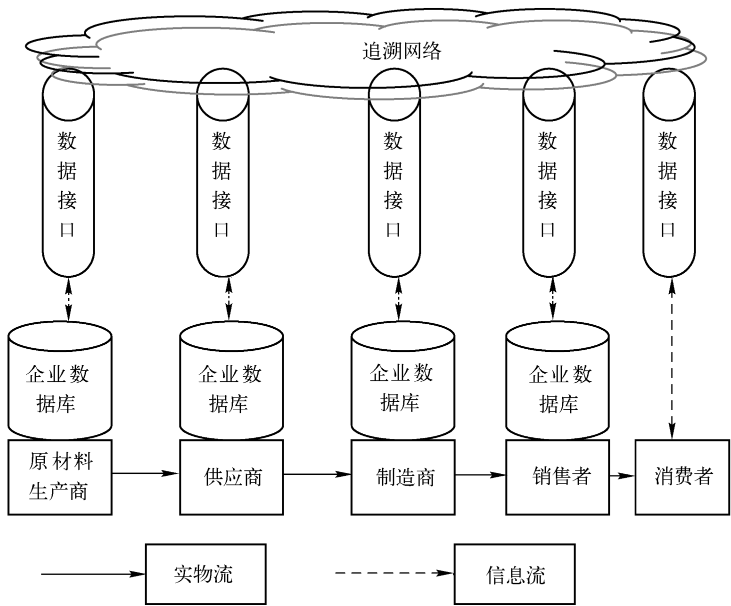


图 11–9　指针式追溯模式图

指针式追溯模式有效地减轻了中央数据库的压力，确保了信息的安全性和多样性。但此种追溯模式对企业的网络结构和性能要求比较高。

这种追溯模式比较适合普及和推广。因为大多数企业处于对信息安全性的考虑，都会建立自己的数据库，而不愿意盲目地把数据保存在中央数据库中。

（5）混合式追溯模式

结合我国企业的实际情况，钱恒等提出一种融合上述追溯模式的新型的混合式追溯模式，如图 11–10 所示。

这种追溯模式建立在统一数据格式的基础上，所有接入到追溯网络的企业都需要采用相同的数据格式，这就解决了中央数据库式追溯模式系统之间的兼容性问题。同时，各种不同类型的企业可以根据自己的特点有针对性地采用适合自己的追溯方式。

例如，中大型企业可以自己建立追溯系统，对外只需提供与企业数据库交互的数据接口。小型企业可以采用中央数据库式追溯模式，将追溯信息存储到中央数据库，且不需要建立自己的数据库。混合式追溯模式可实现全国追溯体系的兼容及信息的统一检索和查询。结合物联网，可以将这种追溯模式全球化，即可实现国内外追溯体系的互通互联。

这种追溯模式可以根据业务关系分配不同权限，如政府的读写权限，消费者的查询权限。混合式追溯模式的提出，满足了政府部门、第三方检验认证机构、企业和消费者等用户需求。上述五种追溯模式的对比见表 11–2。

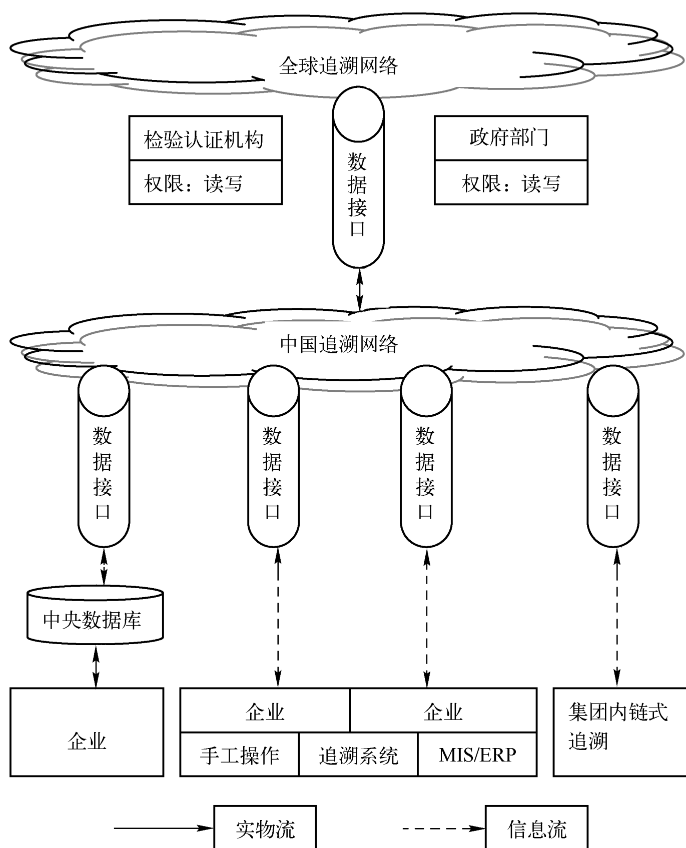


图 11-10　混合式追溯模式图

表 11-2　五种追溯模式的对比表

追溯模式	优　　点	缺　　点	适用范围
链式追溯模式	成本低，操作简单	效率低，安全性不高	集团企业
交叉式追溯模式	具有一定保障性	关键节点出问题，导致追溯链中断	核心企业
中央数据库式追溯模式	数据存储方便、整条链透明化管理	中央数据库压力大、兼容性难题	政府主导平台、中小企业
指针式追溯模式	信息安全性和多样性	对企业网络结构和性能要求较高	有自身数据库企业
混合式追溯模式	扩展性和兼容性好	管理复杂、网络要求高	全部企业

不同企业可根据自身信息化水平、内部已有的管理方式、追溯的目标等众多因素，选择适合自己的追溯模式。因此，很难孤立地判断一个企业应该采用哪种追溯模式。

2. 现行追溯运行模式分析

为了实现乳制品的全球追溯，在现有的追溯模式的基础上，引入 EPC 物联网概念，提出基于 EPC 物联网的追溯模式，如图 11-11 所示。通过 EPC 标签、阅读器、传感器等设备，利用各种通信技术和约定的协议，搭建全球追溯网络，该网络采用统一的 EPC 编码管理方案，对追溯对象进行唯一标识，最终实现在任何时间、地点，通过任何方式来查询购买产

品的相关信息。

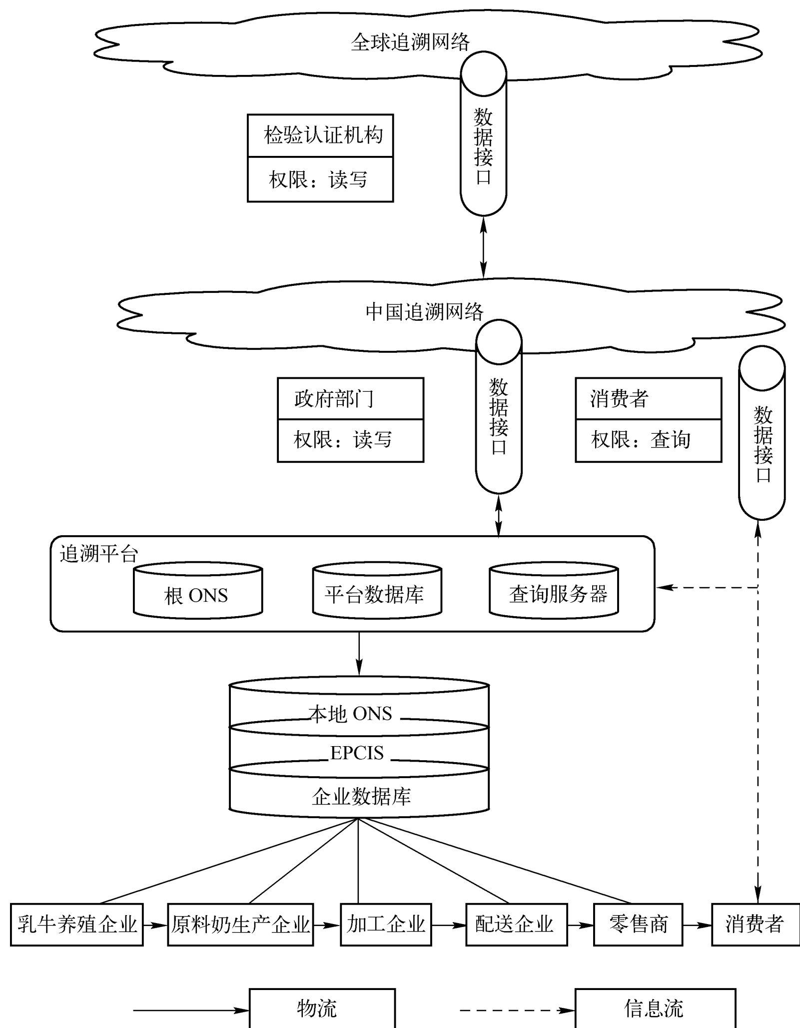


图 11-11　乳制品供应链追溯平台模式图

基于 EPC 物联网的追溯模式在混合式追溯模式的基础上引进了 EPC 物联网技术，供应链上的节点企业通过射频识别等技术，把产品信息保存到企业自身的 EPCIS 服务器上，通过 ONS 服务器来完成 EPC 编码和对应的 EPCIS 服务器 URI 地址的映射解析，平台上的根 ONS 服务器进一步对本地 ONS 服务器进行注册，消费者在平台上输入产品的追溯码时，通过根 ONS 服务器找到企业的本地 ONS 服务器地址，再通过企业的本地 ONS 服务器访问 EPCIS 服务器的 URI 以获取产品信息。该追溯模式通过使用 EPC 物联网技术，大大提高了企业的工作效率和信息追溯的准确性。通过 EPC 唯一标识产品，实现产品的全球追溯。

模式中的供应链节点企业包括乳牛养殖企业、原料奶生产企业、加工企业、配送企业和零售商。这种模式下的追溯主体有三个：企业、政府部门和消费者。节点企业负责企业自身信息的建立、维护以及 EPC 注册，通过该平台节点企业可以查询到产品的流向和溯源信息；消费者购买产品后，利用产品上的追溯码，通过该平台可以查询到产品的相关信息，如制造

商、生产日期及在供应链上流经的环节信息等；政府部门负责追溯平台的构建和追溯信息的维护，政府部门通过该平台对供应链上的企业和产品进行监督管理。当出现问题时，消费者可以通过该平台进行投诉来维护自己的合法权益，企业通过该平台进行相关问题产品的召回，避免造成更大范围的危害，政府部门在整个过程中进行监管。

在这种模式下，可以根据不同的身份分配不同的权限，如消费者的查询权限和政府部门的读写权限。权限的合理分配，一方面便于主体各尽其责；另一方面保证了数据的安全性。

11.3　基于 EPC 物联网技术的乳制品供应链追溯平台的设计研究

乳制品供应链追溯平台的建立是为了进一步保证乳制品的质量安全，主要是在乳制品的生产、加工、配送和销售中，对乳制品的静态数据和动态数据进行实时的跟踪、记录以及通过追溯平台提供的查询服务来满足供应链各节点的需求。

11.3.1　平台总体结构

乳制品供应链追溯平台的总体结构如图 11-12 所示。

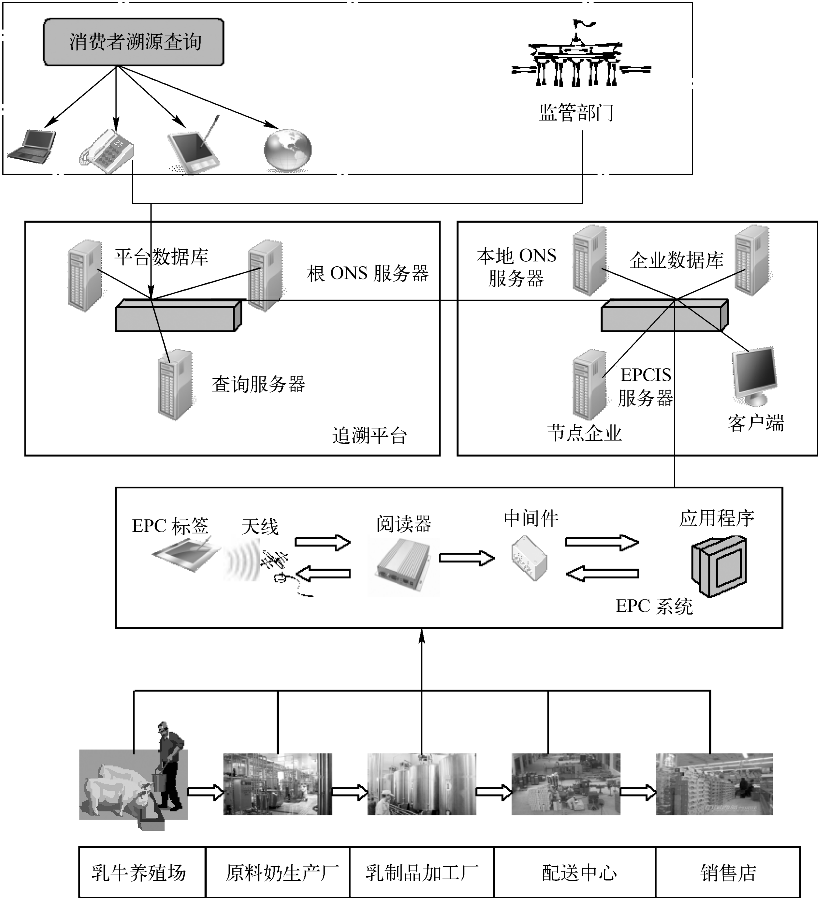


图 11-12　平台总体结构图

如图所示，EPC 物联网乳制品供应链追溯平台可以保障乳制品的安全性及全程可追溯性，每个节点企业都有对应的 EPCIS 服务器来存储 EPCIS 事件数据，这些数据一般都是动态数据；而本地 ONS 服务器中存储着 EPC 编码与 EPCIS 服务器 URI 地址的映射信息，同时企业还需将这些信息注册到根 ONS 服务器中，用户通过访问根 ONS 服务器来获取本地 ONS 服务器地址，进一步获取 EPCIS 服务器地址，并通过 EPCIS 服务器获取产品信息，这样就规范了乳牛养殖、原料奶生产、乳制品加工，乳制品配送及销售这五个环节。此外，在这整条供应链中采用 EPC 标签进行标示来获取相关数据。

（1）系统的体系架构

追溯平台的体系架构如图 11–13 所示。

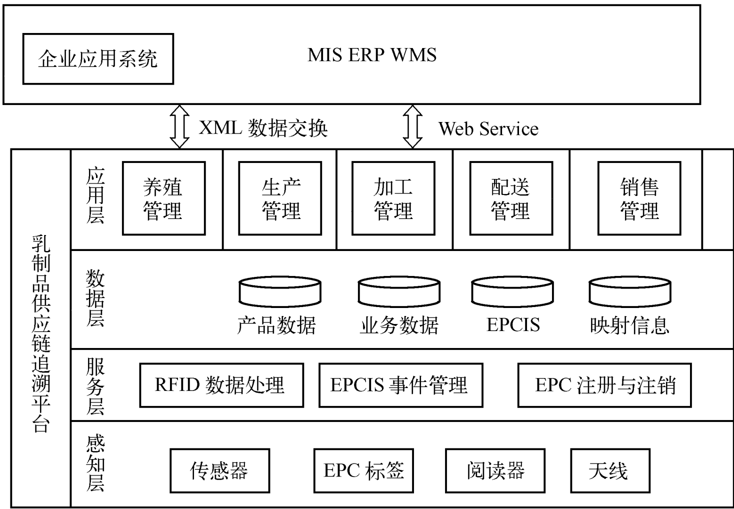


图 11–13　追溯平台的体系架构图

根据上面的追溯平台架构图，可以看出追溯平台体系共有四个层次：感知层基于射频识别系统提供数据采集服务，服务层提供数据处理服务，数据层提供数据存储的服务，应用层提供查询等服务。

其中，感知层有传感器、阅读器、天线、EPC 标签等硬件设施，感知层位于追溯平台的底层。

服务层包括 RFID 数据处理、EPCIS 事件管理和 EPC 注册与注销三大模块。其中，RFID 数据处理模块主要是将阅读器采集的原始数据进行过滤后传送给企业应用程序。EPCIS 事件管理负责与 EPCIS 服务器间的通信，将 EPCIS 事件传递给 EPCIS 服务器以及从 EPCIS 服务器中查询 EPCIS 事件。EPC 注册与注销模块主要负责 EPC 编码信息管理，将 EPC 编码和本地 ONS 服务器的映射信息存储在根 ONS 服务器，将厂商识别代码和对象分类代码与 EPCIS 服务器地址的映射信息存储在本地 ONS 服务器上。

数据层包括产品数据、业务数据、EPCIS 数据以及映射信息。企业的产品数据、业务数据保存在企业数据库，对应的 EPCIS 事件数据保存在 EPCIS 服务器，映射信息同时保存在根 ONS 服务器和本地 ONS 服务器。

应用层包括养殖厂、生产厂、加工厂、配送中心、零售店、政府部门、消费者对产品的

追溯管理以及企业内部应用等。

为了满足企业内部、企业之间对信息共享的要求，平台还提供相关数据接口，如 XML 数据交换、Web Service，可以将平台收集的数据在不同的应用程序之间交互。

（2）网络规划

基于 EPC 物联网技术的供应链管理追溯平台主要由 EPC 标签、手持式阅读器、无线网络及数据库构成，各环节内部建立局域网，通过 Internet 与信息系统交互，实现信息共享。平台的网络结构如图 11-14 所示。

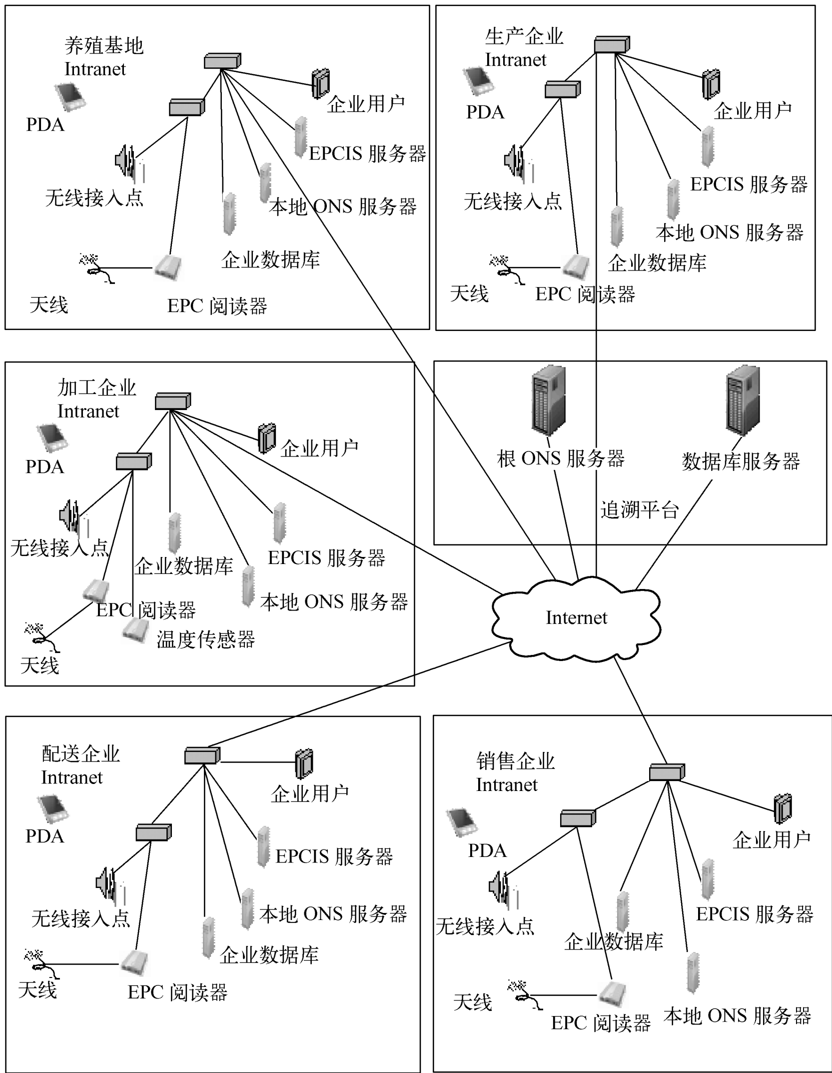


图 11-14　追溯平台的网络结构图

节点企业采用传统 Internet 布局，内部结构基本一致，在 EPC 标签数据读取方面，采用固定式和手持式两种阅读器，其中手持式阅读器采用 802.11x 无线网络进行通信。出于安全方面的考虑，EPC 网络与企业局域网在物理上分开，通过交换机相连。平台的公共网络依托 Internet，通过根 ONS 服务器和数据库服务器实现不同节点间的信息共享，提供查询

服务。

（3）系统的功能结构

根据上面的描述，建立基于浏览器/服务器（Browser/Server，B/S）模式和客户端/服务器（Client/Server，C/S）模式相结合的分布式的追溯平台。平台的功能结构如图 11－15 所示。

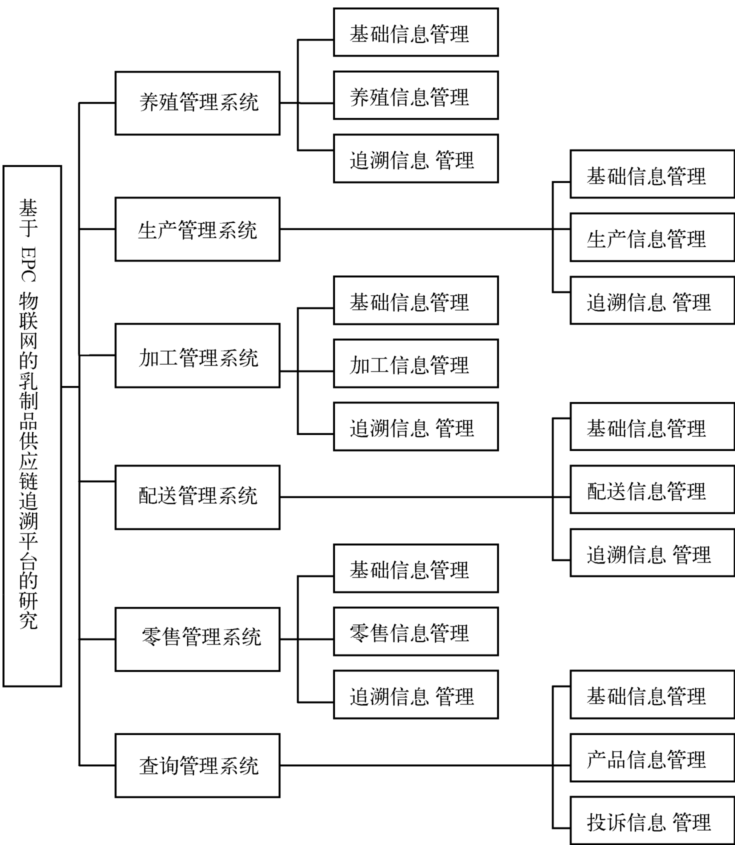


图 11－15　追溯平台功能结构图

11. 3. 2　系统的主要功能模块

（1）乳牛的养殖管理子系统

乳牛的养殖管理系统主要监管的是乳制品供应链的乳牛养殖环节。乳牛养殖环节是乳制品供应链的信息安全控制的起点，也是关键所在，利用养殖场生产管理系统记录奶牛从入圈到挤奶的所有信息，能够从源头上杜绝乳制品质量安全问题的产生。通过给乳牛安装基于 RFID 技术的电子标签，饲养员可以用手持设备及时记录它们的喂料、免疫、检疫等信息，传回乳牛的养殖子系统，并上传到乳制品供应链跟踪追溯子系统。养殖子系统的功能结构如图 11－16 所示。

其中企业信息包括：厂商识别代码、企业名称（中文）、企业名称（英文）、注册地址（中文）、注册地址（英文）、注册地址邮政编码。

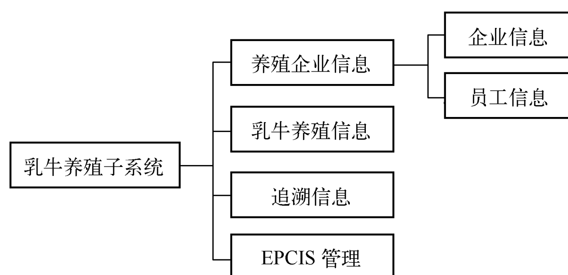


图 11-16　养殖子系统功能结构示意图

员工信息包括：员工编码、所属厂商识别代码、姓名、性别、年龄、籍贯、备注。

乳牛养殖信息包括：乳牛编号、厂商代码编号、饲养员编号、品种编号、卫生情况、饲料配方、用药情况、喂养时间记录、疾病防治记录。

追溯信息包括：维护本地 ONS 服务器、产品流向跟踪、EPCIS 时间管理。

EPCIS 管理包括：EPC 编码、EPCIS 时间、实际位置、状态信息、对象分类编码、本地 ONS 注册、事件监控。

（2）原料奶的生产管理子系统

图 11-17 为原料奶的生产子系统的功能结构示意图。如图 11-17 所示，原料奶的生产子系统包括：原料奶生产企业信息管理单元和原料奶生产信息管理单元。原料奶生产企业信息管理单元详细记录了生产企业信息管理和职工信息，用于管理原料奶生产企业的基础数据。原料奶生产信息管理单元详细记录了用于管理原料奶的一系列生产信息。

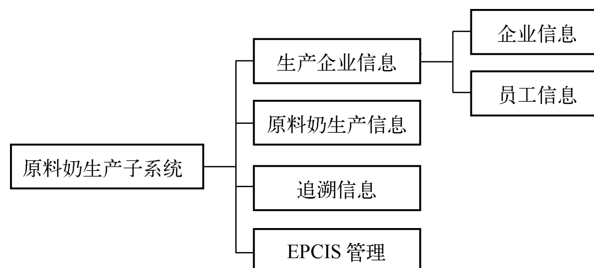


图 11-17　原料奶生产子系统功能结构示意图

其中，企业信息包括：厂商识别代码、企业名称（中文）、企业名称（英文）、注册地址（中文）、注册地址（英文）、注册地址邮政编码。

员工信息包括：员工编码、所属厂商识别代码、姓名、性别、年龄、籍贯、备注。

原料奶生产信息包括：原料奶储奶设备编号、挤奶设备编号、奶源奶牛编号、挤奶操作规范与否、生产企业厂商代码、入库时间、入库位置、出库时间、出库位置、相关添加剂。

追溯信息包括：维护本地 ONS 服务器、产品流向跟踪、EPCIS 时间管理。

EPCIS 管理包括：EPC 编码、EPCIS 时间、实际位置、状态信息、对象分类编码、本地 ONS 注册、事件监控。

（3）乳制品的加工管理子系统

原料奶在原料奶生产企业进行品质检验合格后进入生产企业加工环节。图 11-18 为本实

用乳制品的加工子系统的功能结构示意图。乳制品的加工子系统包括：加工企业信息管理单元和乳制品的加工信息管理单元。加工企业信息管理单元详细记录了加工企业信息和职工信息，用于管理加工企业的基础数据；乳制品的加工信息管理单元详细记录了用于管理乳制品的一系列乳制品的加工信息。

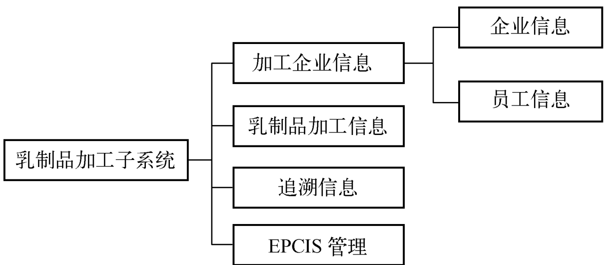


图 11-18　加工子系统功能结构示意图

其中，企业信息包括：厂商识别代码、企业名称（中文）、企业名称（英文）、注册地址（中文）、注册地址（英文）、注册地址邮政编码。

员工信息包括：员工编码、所属厂商识别代码、姓名、性别、年龄、籍贯、备注。

乳制品加工信息包括：乳制品编号、加工设备编号、原料奶存储设备编号、包装箱编号、入库位置、入库时间、出库位置、出库时间、乳制品加工厂商识别代码、操作员编号、相关添加剂。

追溯信息包括：维护本地 ONS 服务器、产品流向跟踪、EPCIS 时间管理。

EPCIS 管理包括：EPC 编码、EPCIS 时间、实际位置、状态信息、对象分类编码、本地 ONS 注册、事件监控。

（4）乳制品的配送管理子系统

图 11-19 为乳制品的配送子系统的功能结构示意图，如图 11-19 所示，乳制品的配送子系统包括：配送中心信息管理单元和配送信息管理单元。配送中心信息管理单元详细记录了配送中心信息和人员信息，用于管理配送中心的基础数据；配送信息管理单元详细记录了用于管理的一系列配送信息。

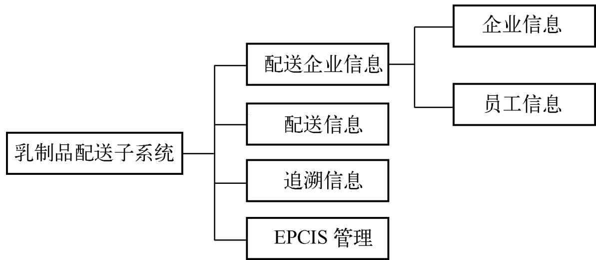


图 11-19　配送子系统功能结构示意图

其中配送企业信息包括：厂商识别代码、企业名称（中文）、企业名称（英文）、注册地址（中文）、注册地址（英文）、注册地址邮政编码。

员工信息包括：员工编码、所属厂商识别代码、姓名、性别、年龄、籍贯、备注。

配送信息包括：包装箱编号、入库时间、入库位置、出库时间、出库位置、操作员编号。

追溯信息包括：维护本地 ONS 服务器、产品流向跟踪、EPCIS 时间管理。

EPCIS 管理包括：EPC 编码、EPCIS 时间、实际位置、状态信息、对象分类编码、本地 ONS 注册、事件监控。

（5）乳制品的销售子系统

图 11-20 为销售子系统的功能结构示意图，乳制品的销售子系统包括：销售店信息管理单元和销售信息管理单元。销售店信息管理单元详细记录了销售店的信息和销售人员信息，用于管理销售信息的基础数据；销售信息管理单元详细记录了用于管理的一系列销售信息。

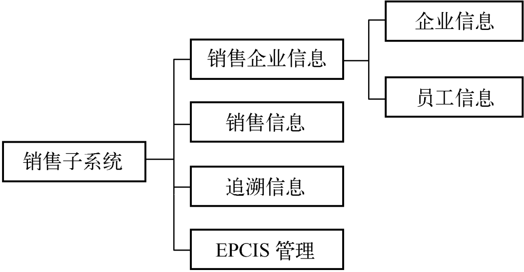


图 11-20　销售子系统功能结构示意图

其中，企业信息包括：厂商识别代码、企业名称（中文）、企业名称（英文）、注册地址（中文）、注册地址（英文）、注册地址邮政编码。

员工信息包括：员工编码、所属厂商识别代码、姓名、性别、年龄、籍贯、备注。

销售信息包括：订单编号、乳制品编号、包装箱编号、价格、数量、出售人员编号、出售厂商识别代码。

追溯信息包括：维护本地 ONS 服务器、产品流向跟踪、EPCIS 事件管理。

EPCIS 管理包括：EPC 编码、EPCIS 时间、实际位置、状态信息、对象分类编码、本地 ONS 注册、事件监控。

（6）乳制品的监管查询子系统

监管查询子系统包括基础信息管理、产品信息管理和投诉信息管理。

产品基础信息管理：通过追溯码查询产品信息。

投诉信息管理：查看和处理消费者的投诉信息。

11.3.3　EPC 编码策略

（1）EPC 编码类型的选择

全球电子产品编码 EPC 是新一代的与 EAN 和 UCC（European Article Numbering，欧洲商品编码；Uniform Code Council，美国统一代码委员会）编码兼容的新编码标准，是基于以上编码标准对全球统一标识系统进行延伸和扩展，也是物联网的核心与关键。

此外，EPC 又与当前广泛使用的 EAN 和 UCC 代码有所不同，其目标是通过 EPC 提供对物理世界对象的唯一标识。每一个 EPC 编码与物品是一对一的映射关系，其首要作用是将 EPC 作为网络信息的参考，本质上是在线数据的指针。好比在 Internet 中，使用的基准是统

一资源标识符（Uniform Resource Identifier，URI），包括统一资源定位符（Uniform Resource Locator，URL）和统一资源名称（Uniform Resource Name，URN），由域名服务（Domain Name Service，DNS）翻译为相关的网络协议（IP）地址，即网络信息的地址。同样，AUTO－ID 中心提供的对象名称解析服务（ONS）直接将 EPC 编码翻译成 IP 地址，IP 地址是对应的 URI 储存相关的产品信息。

为了实现上述功能，EPC 编码需要满足如下几个特殊的规定和要求。首先，必须有足够多的 EPC 编码来满足过去、现在和将来对物品标识的需要，即必须考虑所有物理对象的数量。从世界人口总数（大约 60 亿）到大米总粒数（粗略估计 1×10^{16} 粒），EPC 必须有足够大的地址空间来标识所有对象。因此我们再进行 EPC 编码时要考虑到编码对象的需求，在此基础上再选择成本最低的方案。其次，必须保证 EPC 编码分配的唯一性并寻求解决编码冲突的方法。这就产生了由谁来负责 EPC 编码的分配问题。除了组织管理和立法机关的管理，EPC 命名空间的创建和管理可以借助于自动化软件。最后，还有一个关于 EPC 码的使用期限和再利用问题。某些组织可能需要不定期地追踪某一产品，就不能对该产品重新分配 EPC 码。至少希望在可预见的将来，对特殊的产品有一个唯一永久的标识。

在第 2 章基础理论中提到现在 EPC 标签的编码结构主要有 64 位、96 位及 256 位三种。在“EPCTM V1.3 版标签数据标准编码规范”中，64 位编码（包括所有应用 2 位标头的编码）也被否定了，新的应用中将不再使用。为了保证所有物品都有一个 EPC 代码并使其载体——标签成本尽可能降低，建议采用 96 位，这个数目可以为 2.68 亿个公司提供惟一标识，每个生产厂商可以有 1600 万个对象种类，并且每个对象种类可以有 680 亿个序列号，这对世界上所有产品来讲已经足够使用了。其编码结构见表 11-3。

表 11-3　编码结构

版本号	域名管理	对象分类	序列号
8	28	24	36

以下是针对 EPC－64 Ⅱ 中不同数据的码段设计方案，分为三个部分，与乳制品追溯流程分析对应。

1）版本号：又称为标头，长度为 8 位，标识 EPC 编码的长度、类型和结构。在 EPC Global 最新发布的标签数据标准 V1.5 中，EPC 标签数据标准定义了一种通用的标示类型，即 GID－96（General Identifier，通用标识符），它不依赖于任何已知的现有规范或标识方案。GID－96 的标头为 00110101，十进制数值为 53。

域名管理者记录养殖基地、生产商、加工商、配送中心以及零售商的代码，通过此段代码记录乳制品流通经过的五个关键环节，以实现追溯，数据长度为 28。

2）对象分类是 EPC 编码用来标识乳制品产品的类型，数据长度为 24。

3）序列号是乳制品追溯对象编码中用于标识具体的乳制品单品，数据长度为 36。

追溯平台负责统一分配厂商识别代码，节点企业负责分配对象分类代码和为每一个对象分类代码分配唯一的、不重复的序列号。至此，追溯平台就可以利用 EPC 标签，采用 EPC－96 编码，唯一标识平台中的所有对象，包括：乳制品、货箱、托盘及运输车辆等。

根据 EPC Global 发布的最新标签数据标准 V1.5 ，GID－URI 的表现形式为 urn:epc:id:gid:ManagerNumber. ObjectClass. SerialNumber，其中 ManagerNumber、ObjectClass、SerialNum-

ber 分别代表厂商识别代码、对象分类代码和序列号，并且都用十进制表示。

例如对于 urn:epc:id:gid:157.1056.2456，该编码代表的是厂商分类代码为 157 的企业，对象分类代码为 1056 的单品，其序列号为 2456。

（2）EPC 编码策略

乳制品、托盘和运输车辆可以按照不同的编码结构进行编码。托盘内的货品记录和货运数据存储在计算机网络中，并自动与容器建立联系。更进一步，运输乳制品的卡车、货车车厢、船舶、或仓库也可以使用相应的 EPC 编码。

EPC 层级图会随着时间的推移而改变。通过记录 EPC 结构及转换次数，就可以记录产品的出货情况。当装载贴有 EPC 标签的货物的集装箱（集装箱上也有自己的 EPC 标签）通过装有阅读器的门时，读写器会读到大量 EPC 标签。为了高效读取信息，读写器必须了解 EPC 编码所表示的物品层次。基于以上考虑，EPC 编码中设置了分区值这一可选字段，用于标识物品在物流货运上的层次。通过 EPC 结构，物品货运的过程可以利用不同 EPC 编码的组合记录下来，如图 11-21 所示。

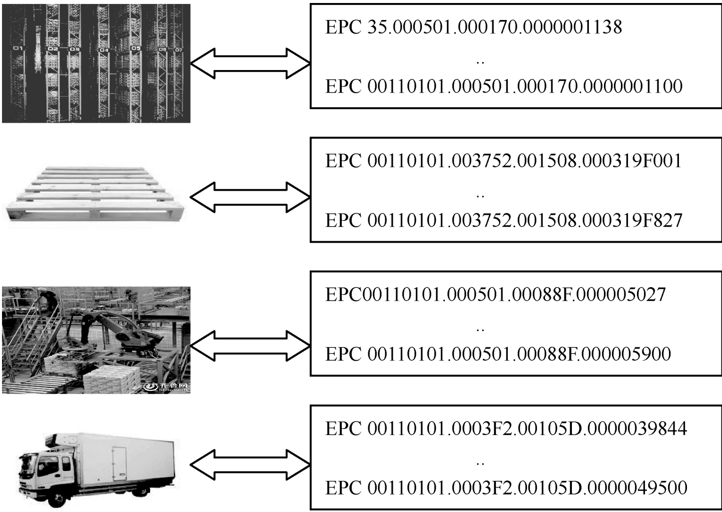


图 11-21　EPC 编码层级图

EPC 除了可标识单个对象，还可以标识组合装置等，AUTO-ID 中心建议用 EPC 标识装配件和组合装置及单个货品。组合装置可采用描述货运数据的方式来进行描述，组合装置通常连接着很多元器件，被认为是复杂的。但是，组合装置和集装箱两者之间非常类似，都有如图 11-21 所示的层次结构。除了组合装置和集装箱外，对于那些没有物理联系的实体组成的组合体，如拥有不同 EPC 码的相同物体的集合也要分配一个 EPC 码。如此一来，EPC 码的总数量会超出物理实体的数目，也使冗余码的出现成为可能。

EPC 编码包括使用协议的版本号、物品的生产厂商代码、物品的分类代码及单个物品的序列编号 4 部分数据字段。当前的条码标准，如 EAN·UCC-118 应用表示符（Application Identifier，AI）的结构中就包含如货品重量、尺寸、有效期、目的地等信息。而 AUTO-ID 中心建议消除或最小化 EPC 编码中嵌入的信息量，其基本思想是利用现有的计算机网络和当前的信息资源来存储数据，使 EPC 成为一个信息引用者，拥有最小的信息量。无论 EPC 中

是否存储信息，EPC 编码的目标都是用来标识物理对象，还允许用户编程进行自有信息的读写。

11.3.4 对象名解析服务

追溯平台的 ONS 设计主要包括对 ONS 基础框架的设计与 ONS 功能模块的设计。

1. ONS 基础框架

与 DNS 一样，ONS 也是一个分布式递归查询系统。ONS 系统主要由 EPC 映射信息、ONS 客户端和 ONS 服务器组成，其中 ONS 客户端包括本地 ONS 解析器（Local ONS Resolver）、EPC 处理应用软件和本地 ONS 缓存（ONS Cache）三部分，而 ONS 服务器是一个树型系统，从顶端的 ONS（RootONS）根服务器，到下级的各级 ONS 服务器。在本地缓存和 ONS 服务器上都保存有不同 EPC 与 URI 之间的映射信息，以方便不同情况下的查询。如图 11-22 所示。

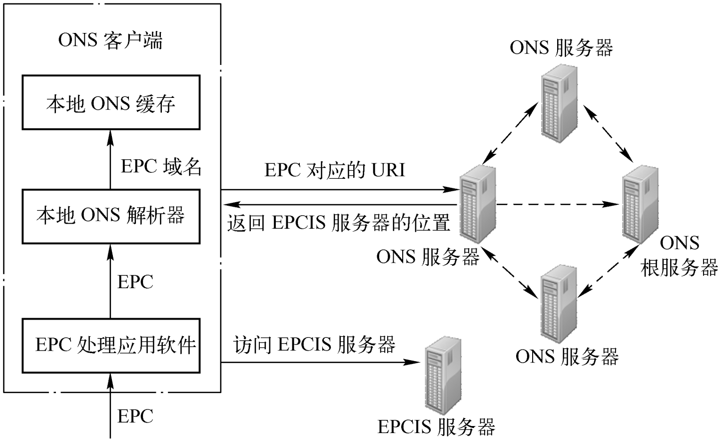


图 11-22　ONS 基本框架图

ONS 客户端中的本地 ONS 解析器负责 ONS 查询前的编码和查询语句格式化工作，它将需要查询的 EPC 转换为 EPC 域前缀名，再将 EPC 域前缀名与 EPC 域后缀名结合起来，形成一个完整的 EPC 域名，最后由本地 ONS 解析器负责用这个完整的 EPC 域名进行 ONS 查询。在进行 ONS 查询时，首先在本地 ONS 缓存中进行，如果本地 ONS 缓存中没有要查询的映射记录时再向上一级 ONS 服务器进行查询。

ONS 客户端中的本地 ONS 解析器负责 ONS 查询前的编码和查询语句格式化工作，它将需要查询的 EPC 转换为 EPC 域前缀名，再将 EPC 域前缀名与 EPC 域后缀名结合起来，形成一个完整的 EPC 域名，最后由本地 ONS 解析器负责用这个完整的 EPC 域名进行 ONS 查询。在进行 ONS 查询时，首先在本地 ONS 缓存中进行，如果本地 ONS 缓存中没有要查询的映射记录时，再向上一级 ONS 服务器查询。

2. ONS 功能模块的设计

（1）EPC 注册与注销

EPC 注册是产品进入物联网的起始环节，将 EPC 注册到 ONS 中，才能达到信息共享的目的。EPC 被删除时，需要把 EPC 从 ONS 中注销，才能保证信息的准确性。

EPC 注册是指将 EPC 和 EPCIS 地址进行绑定，形成一对一或一对多的映射关系，并把这些映射信息保存到 ONS 服务器中。EPC 注册分为根 ONS 注册和本地 ONS 注册。根 ONS 注册是指将 EPC 中的厂商识别代码和本地 ONS 地址的映射信息注册到根 ONS。本地 ONS 注册是指将 EPC 中的对象分类代码和保存产品信息的 EPCIS 服务器地址的映射信息注册到本地 ONS。

EPC 注销是指解除 EPC 和 EPCIS 地址之间的映射，并从 ONS 服务器中删除。EPC 注销分为根 ONS 注销和本地 ONS 注销。根 ONS 注销是指将 EPC 中的厂商识别代码和本地 ONS 地址的映射信息从根 ONS 中注销。本地 ONS 注销是指将 EPC 中的对象分类代码和保存产品信息的 EPCIS 服务器地址的映射信息从本地 ONS 中注销。

（2）ONS 查询算法设计

根据 ONS 工作流程，ONS 查询算法的总体框架图如图 11-23 所示。

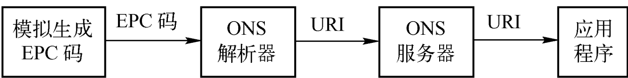


图 11-23　ONS 查询算法的总体框架

从图中可以看出，该算法分为三个步骤：

1）模拟生成各种不同版本的 EPC 编码；

2）将 EPC 码作为 ONS 解析器的入口参数，由 ONS 解析器解析后，生成 URI 送至 ONS 服务器；

3）ONS 服务器将 ONS 解析器发送到 URI 查找并生成 URL。

计算机根据所生成的 URL 去访问相应的 EPCIS 服务器（即 PML 服务器），EPCIS 反馈相关的 PML 信息，实现 EPC 物联网中的信息交换。

3. ONS 模拟生成 EPC 码

模拟生成 EPC 码是 ONS 查找算法的第一步，实际情况下只有在 EPC Global 组织及公司企业生产上应用。新一代的 EPC 编码是与 UPC 相兼容的编码标准，现行的 EPC 编码分别为 64 位、118 位及 256 位三种版本，各种版本号、类型号略有区别，见表 11-4。

表 11-4　EPC 编码大体结构

头字段（Header）	EPC 厂商码（EPCManager）	对象分类号（object Class）	序列号（Serial No）

EPC 编码生成流程图如图 11-24 所示。其中结构体 EPC[ ]的位数不仅取决于版本号，也与类型号有密切关系，这是因为由版本号决定其位数，但是由类型号决定位数的分配问题，这样才能够确定 Header[ ]、EPC Mngr[ ] 、EPC ObjCls[ ]、SerNo[ ]的具体大小。

4. ONS 解析 EPC 码

此时得到的 EPC 码仅仅是一串二进制码，没有任何意义，需要将其进行分割。首先根据 EPC 码的标头预先识别 EPC 码的版本，然后将其二进制数进行分割，并转换为“十进制数．十进制数．十进制数”的形式，最后在头部添加“urn. epc”，转化为 URI 格式。头字段的二进制值见表 11-5，可以看出第 1、2 同时为 0 的情形下，不属于EPC－64。

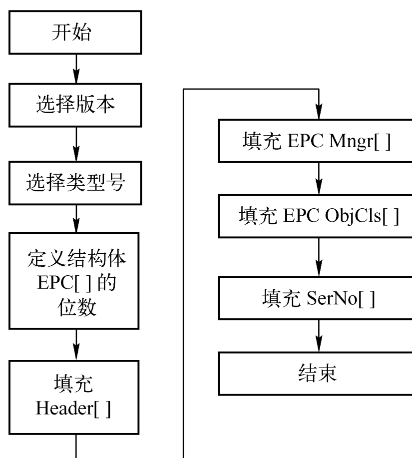


图 11-24　EPC 码生成流程图

表 11-5　EPC 码头字段的二进制值

EPC 版本		二 进 制 值
EPC－64	Type Ⅰ	01
	Type Ⅱ	10
	Type Ⅲ	11
EPC－96	Type Ⅰ	0001 0001
EPC－256	Type Ⅰ	0000 1001
	Type Ⅱ	0000 1010
	Type Ⅲ	0000 1011

ONS 端得到 URI 后，需要处理为 URL，分为清除、颠倒数列、添加几大步骤，最后查询 URL 对应的 NAPTR 记录并返回。以 64 位的二进制 EPC 编码 01 000000000110000010010 0100100100001100100100010101011011001010 1 为例，ONS 对 EPC 编码的完整处理算法如下：

1）将二进制的 EPC 编码转化成 8 进制整数，并在头部添加” urn：epc”，转化为 URI 格式：urn：epc：1. 1554. 37401. 2272661。

2） 对 URI 记录进行持久化存储或者进行本地缓存存储。

3）将 URI 格式转化成最终的 URI 格式，包括以下几个步骤：

清除 urn：epc：，得到 1. 1554. 37401. 2272661；

清除 EPC 序列号，得到 1. 1554. 37401；

颠倒数列，得到 37401. 1554. 1；

添加 “onsroot. org”，得到最终正确的 URL：37401. 1554. 1. onsroot. org；

4）将生成的 URL 返回给本地服务器以用于进行下一步查询。

具体算法流程如图 11-25 所示。

5. ONS 生成 URL

ONS 端得到 URI 后，需要处理为 URL，分为清除、颠倒数列、添加几大步骤，最后查

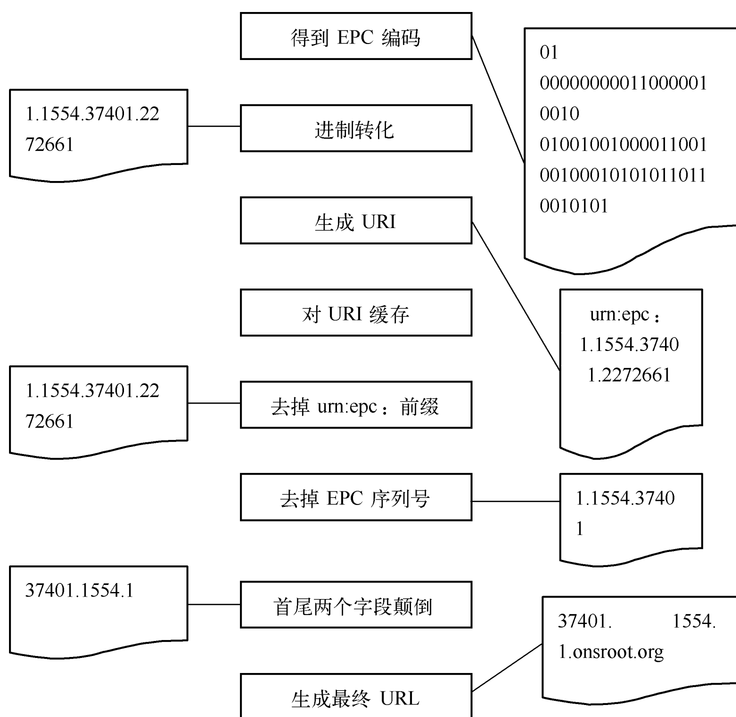


图 11-25　ONS 查找算法流程

询 URL 对应的 NAPTR 记录并返回。

一个典型的 ONS 查询过程如图 11-26 所示。ONS 查询步骤如下：

1）应用程序将一个 EPC 编码送到本地系统；

2）本地系统对 EPC 码进行格式化转换，发送到本地的 ONS 解析器；

3）本地 ONS 解析器把 URI 转换成合法的 ONS 域名格式；

4）本地 ONS 解析器基于 ONS 访问本地的 ONS 服务器（缓存 ONS 记录）；

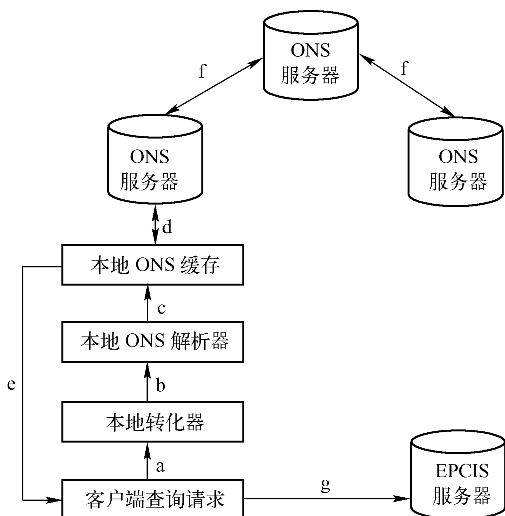


图 11-26　ONS 查询过程

5）如果发现其相关的 ONS 记录，则直接返回 DNS NAPTR 记录，否则转发给上级 ONS 服务器；

6）上级 ONS 服务器利用 DNS 服务器基于 DNS 域名返回给本地 ONS 解析器一条或者多条对应的 NAPTR 记录，并将结果返回给客户端应用程序；

7）应用程序根据相应的路径，访问相应的信息或者服务。

由 ONS 的查询过程可见，它主要提供了两种功能：一是实现了产品信息或其对应的 EPC 信息服务地址信息的存储；二是通过根 ONS 服务器组成 ONS 网络体系，提供了对产品信息的查询定位以及企业间的信息交互和共享。

11.3.5 EPCIS

为了降低电子标签的成本，需要减少电子标签的存储容量。EPCIS 的设计为这一目标的实现提供了一个有效的解决方案：在电子标签内仅存储 EPC 码，而与物品相关的信息存储在 EPCIS 服务器中，用户通过产品的 EPC 码来查询物品的其他详细信息，由于 EPCIS 系统存储有 EPC 码标识的物品的所有信息，因此 EPCIS 系统的正常运行，对整个 EPC 网络的运行有重大的影响。

1. EPCIS 系统总体设计

EPCIS 系统包括 3 个部分：EPCIS 库、EPCIS 捕获客户端、EPCIS 查询客户端，如图 11-27 所示。

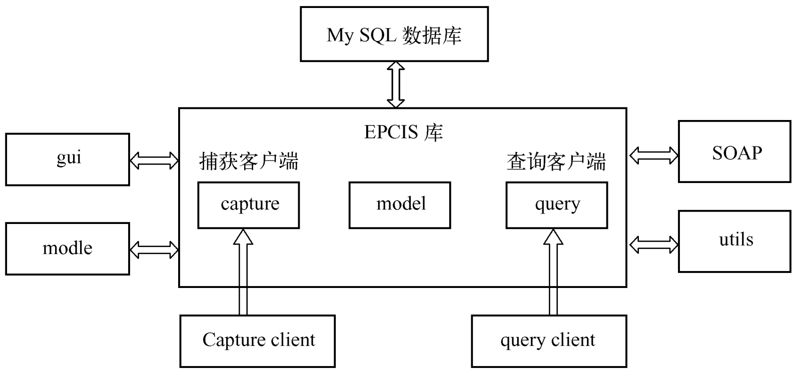


图 11-27　EPCIS 系统功能图

EPCIS 库记录 EPCIS 级别的事件并保证其能被 EPCIS 访问程序访问，同时它提供对关系型数据库的接口，将关系数据库返回的信息，送到查询客户端。

EPCIS 捕获客户端识别 EPC 相关事件的发生，同时将这些数据作为 EPCIS 数据传送到捕获客户端；当 EPCIS 数据发送完成后，捕获客户端从捕获接口接收状态信息，状态信息显示数据发送成功或者失败。

EPCIS 查询客户端接收查询条件，将查询条件发送给 EPCIS 查询接口，当 EPCIS 查询接口返回数据时，EPCIS 查询客户端接收从查询接口返回的数据，这些数据可以是商品本身或者查询失败等信息。

EPCIS 库与 EPCIS 捕获客户端之间通过捕获接口进行交互，捕获客户端为 EPCIS 仓库、网络 EPCIS 访问程序以及 EPCIS 访问程序提供一种传达 EPCIS 事件的方式。

EPCIS 库与 EPCIS 查询客户端之间通过查询接口进行交互，查询接口提供 EPCIS 访问程序从 EPCIS 仓库或 EPCIS 捕获客户端中得到 EPCIS 数据的方法和相应数据返回的方法。

2. EPCIS 数据定义

EPCIS 将每个读取点产生的资料以事件（Event）来表示，通过不同事件形态便来准确传达供应链运行的具体情况。每个 EPCIS 事件均表达 4 个不同的 W：When（何时被读取）、Where（在何处被读取）、What（何种商品 EPC 码）、Why（因何种原因被读取），这些包含 4W 的事件已经具备基本的商业逻辑。

EPCIS 操作两种类型的数据：基本数据与事件数据。事件数据又包含四种类型：对象事件、数量事件、聚合事件、业务事件。它们的包含关系如图 11-28 所示。

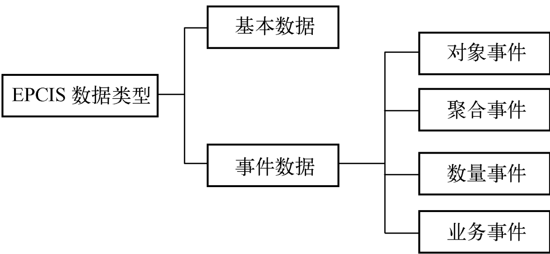


图 11-28　EPCIS 数据类型

基本数据是包含理解事件数据上下文内容的额外数据。它像静态属性那样包含生产日期、产品名、生产商名等信息。

事件数据在进行业务处理的过程中产生，通过 EPCIS 捕获接口来捕获，并且可以利用 EPCIS 查询接口进行查询。根据事件数据的应用情景差异，EPCIS 将事件数据分为 4 类。与事件数据相对应，EPCIS 标准定义了 4 种标准的 XML 事件：对象事件、数量事件、聚合事件、业务事件，见表 11-6。

表 11-6　XML 事件

事件数据类型	事件域（属性）
对象事件	时间戳、动作、EPC 列表、交易步骤、交易地点、采集点、状态、事件处理
聚合事件	时间戳、动作、父对象、子 EPC 列表、交易步骤、交易地点、采集点、状态、事件处理
数量事件	时间戳、EPC 类、数量、交易步骤、交易地点、采集点、状态、事件处理
业务事件	时间戳、动作、父对象、EPC 列表、交易步骤、交易地点、采集点、状态、事件处理

1）对象事件。对象事件描绘了一个或者多个由 EPC 码标识的物理对象的事件信息。例如当 EPC 标签粘贴在物体上时，添加一个对象事件表示物体与 EPC 码建立了联系。

2）聚合事件。聚合事件表示一个对象已经在物理上与另一个对象的聚合关系。例如，在一个集装箱里有很多包装的产品。聚合事件中的属性“子 EPC 列表”只能够存在于聚合事件中，不能够存在于其他类型的事件中。

3）数量事件。数量事件表示对象类型的一个具体数量。例如报告一个产品的存货水平。数量事件中的属性“数量”只能够存在于数量事件中，不能够存在于其他类型的事

件中。

4）业务事件。业务事件描绘多个物理对象在一个或者多个业务交易中的组合与分离。例如物流中心在接到订单后船运产品。

EPC 事件的数据包括一些用于数据交换的标准数据：EPC 码、时间、采集点、交易点、交易步骤、配置、事务处理类型等，事件词汇见表 11–7。

表 11–7　事件词汇表

数　量	英　文	对应中文
词汇 1	Object Event	对象事件
词汇 2	Quantity Event	数量事件
词汇 3	Aggregation Event	聚合事件
词汇 4	Transaction Event	业务事件
词汇 5	Time stamps	时间戳
词汇 6	Action	动作
词汇 7	EPC Class	EPC 类
词汇 8	Quantity	数量
词汇 9	Parent ID	父对象 ID
词汇 10	EPC List	EPC 列表
词汇 11	biz Step	交易步骤
词汇 11	biz Location	交易地点
词汇 13	read Point	采集点
词汇 14	Disposition	状态
词汇 15	biz Transaction	事件处理

根据上述描述，对乳制品供应链从养殖到销售的整个流程，即养殖、生产、加工、配送和销售等五个供应链环节中，抽象出 14 个典型 EPCIS 事件。要求各系统在处理业务时，必须按照约定的方式，将涉及到的 EPCIS 事件上传到 EPCIS 服务器，见表 11–8。

表 11–8　乳制品供应链 EPCIS 事件

业务环节	事件编号	事件名称	事件类型
养殖环节	01	养殖入圈	ObjectEvent
生产环节	02	生产入库	ObjectEvent
	03	生产出库	ObjectEvent
加工环节	04	入厂验收	ObjectEvent
	05	加工上线	AggregationEvent
	06	加工下线	ObjectEvent
	07	加工装箱	AggregationEvent
	08	加工入库	QuantityEvent
	09	加工出库	TransactionEvent

（续）

业务环节	事件编号	事件名称	事件类型
配送环节	10	配送入库	TransactionEvent
	11	配送出库	TransactionEvent
销售环节	11	销售入库	TransactionEvent
	13	产品拆箱	AggregationEvent
	14	产品销售	ObjectEvent

EPC 标签在养殖入圈时开始应用。在实际生产管理中，同一牛圈中的牛犊具有相同的养殖环境、饲料配方、疾病预防记录和疾病治疗记录等信息。养殖环节只有养殖入圈事件，定义如下。当牛犊入圈时，工作人员扫描挂在牛犊身上的 EPC 标签，记录当前养殖批次、入圈时间、乳牛编号、品种编号、牛圈编号、卫生情况、饲料配方、喂养记录、养殖人员、用药情况、疾病防治记录，以及检验检疫局的乳牛成长检验报告。并把这些数据以 EPCIS 事件形式上传到养殖基地的 EPCIS 服务器，事件类型选择 ObjectEvent。

生产环节有 2 个事件，分别为生产入库、生产出库，各事件的定义如下：

1）当原料奶入库时，工作人员扫描贴在装有原料奶的容器上的 EPC 标签，记录挤奶员、挤奶设备编号、储奶设备编号、奶牛乳房情况、挤奶操作规范与否。将入库信息上传到原料奶生产厂的 EPCIS 服务器，事件类型选择 ObjectEvent。因为针对同一头奶牛会进行不同时段的挤奶操作，因此需建立养殖乳牛编号和储奶设备编号的对应关系。工作人员通过扫描养殖圈中的 RFID 电子标签和生产环节中的 RFID 电子标签，记录好养殖乳牛编号和储奶设备编号的对应关系，确保同一容器中的原料奶来自同一头奶牛。

2）当原料奶出库时，工作人员再次扫描贴在原料奶容器上的另一个 EPC 标签，记录存放原料奶的环境、温度。将出库信息上传到原料奶生产厂的 EPCIS 服务器。事件类型选择 ObjectEvent。

加工环节有 6 个事件，分别为入厂验收事件、加工上线事件、加工下线事件、加工装箱事件、加工入库事件、加工出库事件，各事件的定义如下：

1）当原料奶运至加工厂时，加工厂工作人员通过扫描原料奶容器上的 RFID 标签，进行进厂验收，合格后，将入厂信息上传到加工厂的 EPCIS 服务器，事件类型选择 ObjectEvent，因为同一生产批次的原料奶可能要分成几个批次加工，因此需建立储奶设备和加工批次的对应关系。工作人员通过扫描原料奶容器中的 RFID 电子标签和加工批次中的 RFID 电子标签，记录好生产批次和加工批次的对应关系。在加工过程中，还必须建立容器和加工批次的对应关系，确保同一容器中的加工品来自同一个加工批次。

2）原料奶加工时，需要把加工上线打包成 EPCIS 事件上传到 EPCIS 服务器，事件类型选择 AggregationEvent，追溯对象由原料奶储奶设备变成加工过程中的容器。

3）加工后检验合格的单品，需要增加一道 RFID 标签的附着工序，并将 RFID 标签的 EPC 编码信息在数据库中初始化，同时将加工下线打包成 EPCIS 事件上传到 EPCIS 服务器中，追溯对象由加工过程中的容器变成单品。

4）单品标签附着好后，在单品的装箱过程中，也需增加包装箱的 RFID 标签附着工序。

包装箱 RFID 标签的 EPC 编码信息在数据库中初始化，并记录单品与包装箱的 EPC 编码的从属绑定，还需将从属绑定关系打包成一个 EPCIS 事件，记录在 EPCIS 服务器中，事件类型选择 AggregationEvent，追溯对象由单品变成包装箱。

5）接下来将包装箱运入加工厂仓库，工作人员利用手持终端读取到该包装箱的 RFID 标签，并记录该包装箱的入库位置、入库时间，以 EPCIS 事件的形式记录在 EPCIS 服务器中，事件类型选择 QuantityEvent。

6）出库时，利用 RFID 手持终端读取包装箱上的 RFID 标签，并将包装箱的出库位置、出库时间及相应批次以 EPCIS 事件形式记录在 EPCIS 服务器中，事件类型选择 TransactionEvent。

配送环节有配送入库事件和配送出库事件，各事件的定义如下：

1）产品运至配送中心时，利用 RFID 手持终端进行入库作业，通过扫描包装箱的 RFID 标签，将入库位置和入库时间等信息以 EPCIS 事件形式存储到配送中心的 EPCIS 服务器中，事件类型选 TransactionEvent。

2）产品出库时，利用 RFID 手持终端扫描包装箱上的 RFID 标签，将出库位置、出库时间及相应批次以 EPCIS 事件形式记录在 EPCIS 服务器中，事件类型选择 TransactionEvent。

销售环节有销售入库事件、产品拆箱事件和产品销售事件，各事件的定义如下：

1）当产品运至专卖店进行入库验收时，工作人员利用 RFID 手持终端进行入库作业，通过扫描包装箱的 RFID 标签，将入库位置和入库时间等信息以 EPCIS 事件形式存储到专卖店的 EPCIS 服务器中，事件类型选择 TransactionEvent。

2）入库完成之后会有产品拆箱作业，其流程刚好与加工环节的装箱业务相反，需要发布 EPCIS 事件来解除之前建立的从属绑定关系，事件类型选择 AggregationEvent。拆箱后，追溯对象由包装箱变成单品。工作人员把产品包装上的 RFID 标签取下，通过读取标签获取 EPC 编码，并把该 EPC 编码生成追溯码贴在产品包装上。

3）在销售时，收银员利用 POS 机扫描消费者所购买的产品进行结算，并实时将记录单品销售信息的 EPCIS 事件发送至 EPCIS 服务器，事件类型选择 ObjectEvent，为减轻 EPCIS 服务器的压力，该事件采用批量处理方式进行上传。

由上述定义可知，虽然追溯的最终对象是单品，但是在大部分的物流环节中，追溯的最小单位是包装箱，只有在加工环节和销售环节的某些阶段才是对单品进行操作。因此单品与包装箱对应的聚合关系在追溯平台中显得极为重要。

在实际生产管理中，阅读器读取到的 RFID 标签事件必须经过数据过滤、数据聚合等数据处理工作变成 EPCIS 事件，才能最终上传到 EPCIS 服务器。数据过滤分为阅读器过滤和标签过滤。阅读器过滤是指收集指定阅读器读取的数据，标签过滤是指收集指定类型标签的数据。数据聚合是指对原始标签数据流进行处理，简化成更有意义的事件。数据聚合通常包括逻辑阅读器、计数和出现三类。逻辑阅读器是指不区分物理阅读器，将多个物理阅读器读取的范围结合起来，形成一个逻辑阅读器。计数是指统计某特定类型标签的数量。出现是指对标签数量的读取简化成对标签出现时间的最佳评估。

3. EPCIS 系统功能模块

（1）EPCIS 库的结构

捕获接口发送 EPCIS 事件到 EPCIS 库，EPCIS 库在接收到 EPCIS 事件后，进行一定的处理，生成 SQL 语句，发送到 MySQL 数据库。MySQL 数据库返回状态信息（成功或者失败）到 EPCIS 库，EPCIS 库经过一定的处理，再发送状态信息到捕获接口。

查询接口发送查询请求到 EPCIS 库，EPCIS 库在接收到查询请求后，进行一定处理，生成相应的 SQL 语句，对 MySQL 数据库进行查询。MySQL 数据库将查询的结果返回给 EPCIS 库，然后 EPCIS 库进行一定的处理，将查询的结果发送给查询接口。

EPCIS 库的数据流图如图 11-29 所示。EPCIS 库的功能模块图如图 11-30 所示。

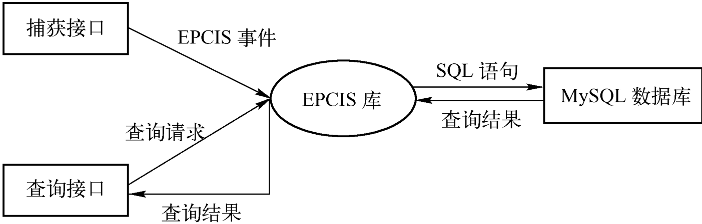


图 11-29　EPCIS 库的数据流图

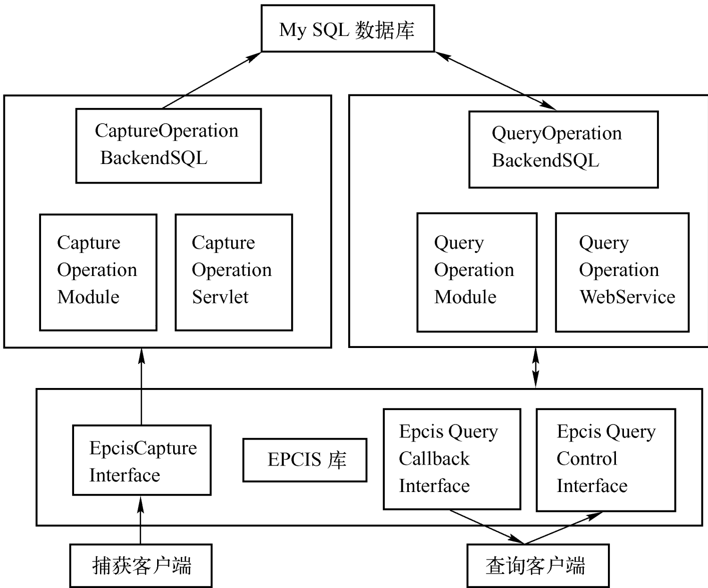


图 11-30　EPCIS 库的功能模块图

EPCIS 库中主要的类共有 9 个，下面详细介绍：

1）EpcisCaptureInterface. java：EPCIS 捕获接口，它定义了从 EPCIS 捕获程序发送到 EPCIS 库的 EPCIS 事件的传送。这个接口只包含一个方法，即捕获方法，它有一个参数，并且没有返回结果。根据 EPCIS 的具体规范，EPCIS 捕获接口的实现将接收有效的 EPCIS 事件或者图表的参数列表的每一个元素。通过扩展，可以实现接收其他类型事件的功能。

2）EpcisQueryCallbackInterface. java：EPCIS 查询反馈接口，它用于 EPCIS 服务发送标准

查询结果给客户端。每当 EPCIS 服务通过查询计划执行了一个标准查询，它将试着通过查询反馈接口的三种方式发送结果给用户。如果查询正常执行，EPCIS 将调用查询返回结果的方法，如果查询导致查询结果出现异常，EPCIS 服务将调用相应的查询反馈接口方法。

3）EpcisQueryControlInterface. java：EPCIS 查询控制接口，它提供了应用程序查询 EPCIS 数据的基本框架。接口提供了按需查询和标准查询的方法。按需查询即来自客户端的明确请求执行后，返回结果作为响应；标准查询则是客户端注册查询后，无需更多的请求，就可通过 EPCIS 查询反馈接口周期性的接收返回的结果。这两种模式非正规的称为拉取和推送。

4）CaptureOperationBackendSQL. java：后台 SQL 捕获操作，它提供了与捕获操作模块所需的一致的功能。它提供了存储 EPCIS 事件、词汇和 EPC 码到数据库的方法；并且提供了从数据库中恢复已知词汇的方法。一个保持数据库连接的捕获操作会话对象，需要传送到每一个这样的方法。

5）CaptureOperationModule. java：捕获操作模块，它实现了核心的捕获操作，转换通过 HTTP POST 发送的 XML 事件到 SQL 中，并且将它们插入到数据库。

6）CaptureOperationServlet. java：捕获操作服务器程序，它接收和分析 HTTP POST 请求，并且分派请求到合适捕获操作模块句柄的地方。

7）QueryOperationsBackendSQL. java：后台 SQL 查询操作，它使用基本的 SQL 语句实现后台查询操作接口。

8）QueryOperationsModule. java：查询操作模块，它实现查询控制接口的 SOAP/HTTP 绑定。实现方法将 Axis 转换成 SQL 查询，并且通过 Axis 返回结果到请求客户端。

9）QueryOperationsWebService. java：查询操作网络服务，它将来自 Web Service 堆栈的调用重定向到潜在的查询操作模块，保证任何没有捕获的异常被正确的捕获，并且调用实现异常响应模块。

（2）EPCIS 捕获客户端的结构

用户将 EPCIS 事件手动输入到捕获客户端中。EPCIS 事件信息包括捕获接口 URL 地址、事件类型和事件数据。捕获客户端接收到 EPCIS 信息后，将它封装成 XML 报文，发送到捕获接口。数据流是单向的，从用户到捕获接口，不需要返回物品数据信息，只返回少量的状态信息。捕获客户端数据流如图 11-31 所示。

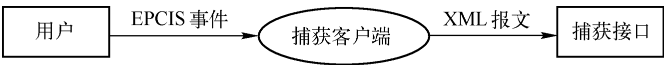


图 11-31　捕获客户端数据流图

下面是 EPCIS 捕获客户端的功能模块，如图 11-32 所示。

EPCIS 捕获客户端包含 5 个主要的类，下面分别详细介绍：

1）CaptureClient. java：捕获客户端，它提供了到 EPCIS 接口的访问，EPCIS 事件通过 HTTP POST 请求方法发送到捕获接口。

2）CaptureClientException. java：捕获客户端异常，它说明捕获客户端在发送一个请求到 EPCIS 捕获接口时遇到问题。

3）CaptureClientGui. java：捕获接口客户端 GUI，它实现了图形化界面，也实现了用 GUI 数据创建的 XML 文件。

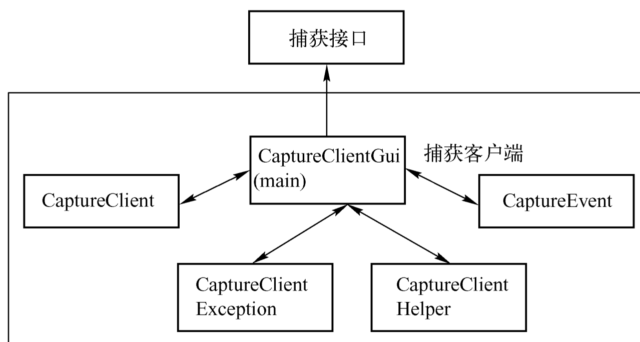


图 11-32　EPCIS 捕获客户端功能模块图

4）CaptureClientHelper. java：帮助文件类，它封装了捕获接口类中常用的函数。

5）CaptureEvent. java：捕获事件，它为 EPCIS 查询接口客户端实现了一个实例事件对象。

（3）EPCIS 查询客户端的结构

用户将查询条件输入到查询客户端，查询条件包括记录时间、EPC 码值、采集点、数量等。查询客户端接收用户的输入，将查询条件封装成 SOAP 报文，然后发送给查询接口。查询接口收到返回的数据后，将查询结果返回给查询客户端。查询客户端再将查询结果返回给用户。EPCIS 查询客户端数据流如图 11-33 所示。



图 11-33　查询客户端数据流图

EPCIS 查询客户端的功能模块如图 11-34 所示。

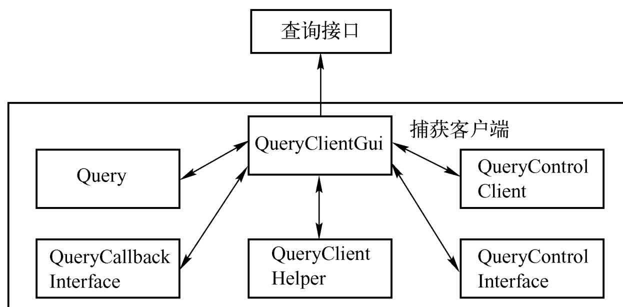


图 11-34　EPCIS 查询客户端功能模块图

EPCIS 查询客户端包含 6 个主要的类，下面分别详细介绍：

1）Query. java：查询类，它实现对 EPCIS 查询接口客户端的例子查询对象。它定义了一些私有变量，标记是否返回四种类型的事件中的哪几种类型。

2）QueryCallbackInterface. java：查询反馈接口，它对标准的查询进行反馈。当查询正确时，给定查询结果对象将由标准查询结果构成。如果查询出错，则会有相应的异常返回，查

询结果过多异常就是由这些异常抛出的。

3）QueryClientGui. java：查询客户端 GUI，它实现了 EPCIS 查询接口客户端的 GUI 部分。

4）QueryClientHelper. java：查询客户端帮助，它是一个封装了在查询客户端中常用功能的帮助类。

5）QueryControlClient. java：查询控制客户端，它根据 EPCIS 查询控制接口进行函数调用，并且提供一些简便的方法轮询或者订阅给定的 XML 形式的查询。

6）QueryControlInterface. java：查询控制接口，它在 EPCIS 库的控制模块中实现查询操作。

11. 3. 6　平台数据库

如上节所述，追溯平台包括产品数据、业务数据和 EPCIS 数据。对于这些数据，以数据库为载体，存储到数据表中。乳制品供应链包括养殖、生产、加工、配送、销售五个环节，每个环节又对应很多业务，导致平台数据库相当复杂。限于篇幅，本节从追溯的角度考虑，只对 EPCIS 数据进行设计。

对于 EPCIS 数据，各环节涉及业务类似，因此可以统一进行设计。EPCIS 数据对应的物理数据模型（Physical Data Model，PDM）如图 11-35 所示。

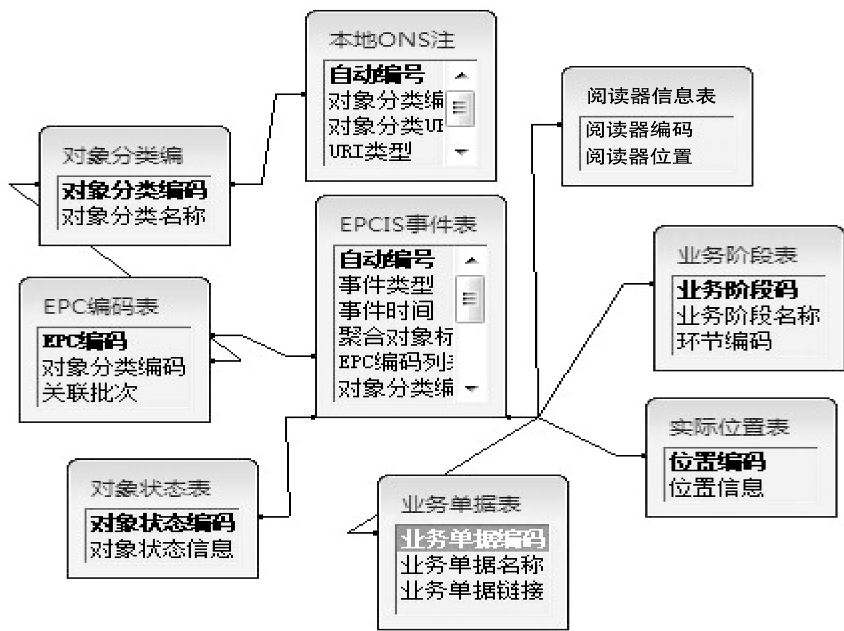


图 11-35　EPCIS 物理数据模型

EPCIS 数据涉及的数据表有 9 个，分别是对象分类编码表、EPC 编码表、阅读器信息表、业务阶段表、实际位置表、对象状态表、业务单据表、EPCIS 事件表和本地 ONS 注册表。

对象分类编码表：对对象分类进行编码，用于区分产品、包装箱等对象。

EPC 编码表：记录 EPC 编码的各字段信息，并且和批次关联。

阅读器信息表：记录阅读器所属企业及放置位置信息。

环节信息表：记录供应链包含的环节信息。

业务阶段表：记录供应链各环节包含的业务阶段信息。

实际位置表：记录事件发生时的实际位置信息。

对象状态表：记录事件发生时对象所处的状态信息。

业务单据表：记录和事件相关的业务单据信息。

EPCIS 事件表：记录各事件的详细信息。

本地 ONS 注册表：记录 ONS 的注册信息。

11.4 基于 EPC 物联网的乳制品供应链追溯平台的实现

基于 EPC 物联网的乳制品供应链追溯平台的搭建是以信息共享为最终目的的，面向政府监管部门、企业和消费者的服务平台。通过应用 EPC 物联网，对乳制品在供应链各个环节的信息进行跟踪，为乳制品的追溯提供了强大的数据支持。

追溯平台主要由 EPC 编码管理方案、ONS 服务器、EPCIS 服务器、数据库服务器四部分组成。

（1）EPC 编码管理方案

EPC 编码方案对供应链流程中涉及到的 EPC 标签编码进行统一管理，并提出一套编码方案保证 EPC 码的唯一性。

（2）ONS 服务器

ONS 服务器提供对象名解析服务，利用 BIND 提供 EPC 编码到 URI 的映射解析过程。在平台内，分为根 ONS 服务器和本地 ONS 服务器，根 ONS 服务器实现厂商分类代码到本地 ONS 服务器地址的映射解析过程，本地 ONS 服务器实现厂商分类代码和对象分类代码到 EPCIS 服务器地址的映射解析过程。

（3）EPCIS 服务器

EPCIS 服务器提供产品信息服务，包括动态信息和静态信息，以 Web Service 形式对外发布产品信息，通过 EPC 进行查询。

（4）数据库服务器

数据库服务器提供基础信息服务，作为平台或者企业的数据源，维护平台或企业在管理过程中产生的各类数据。

乳制品供应链追溯平台主界面如图 11-36 所示，主界面上包括各个功能子系统、追溯环节展示、追溯网络以及最新资讯四个模块，其中各功能子系统包括乳牛养殖子系统、原料奶生产子系统、乳制品配送子系统、乳制品配送子系统、乳制品销售子系统和乳制品供应链信息跟踪子系统，前 5 个模块的子系统是面对企业的，各企业通过子系统的登陆界面来进行相关的信息的维护及查询，追溯子系统是面对企业和用户的。

养殖企业子系统的企业管理操作界面可以查询企业的一些基本信息：厂商识别代码、企业厂商识别代码、企业名称（中文）、企业名称（英文）、注册地址（中文）、注册地址（英文）、注册地址邮政编码，如图 11-37 所示。



图 11-36　乳制品供应链追溯平台主界面

图 11-37　养殖企业信息管理

生产企业子系统的企业管理操作界面可以查询企业的一些基本信息：厂商识别代码、企业厂商识别代码、企业名称（中文）、企业名称（英文）、注册地址（中文）、注册地址（英文）、注册地址邮政编码，如图 11-38 所示。

加工企业子系统的企业管理操作界面可以查询企业的一些基本信息：厂商识别代码、企业厂商识别代码、企业名称（中文）、企业名称（英文）、注册地址（中文）、注册地址（英文）、注册地址邮政编码，如图 11-39 所示。

配送企业子系统为员工管理操作界面可以查询员工的一些基本信息：员工编码、所属厂商识别代码、姓名、性别、年龄、籍贯、备注，如图 11-40 所示。

生产企业信息

厂商识别代码	7001234	注册地址（中文）	广州市・海珠区 土:
供应商识别代码	6901234	注册地址（英文）	Guangzhou sea bea
企业名称（中文）	广州金鼎乳制品	注册地址邮政编码	510000
企业名称（英文）	Guangzhou kingdom		

确定　返回

图 11-38　生产企业信息管理界面

加工企业信息

厂商识别代码	7101234	供应商厂商代码	7001234
企业名称（中文）	广东雅士利集团股份有	注册地址（中文）	广东潮州市潮安大道
企业名称（英文）	广东潮州市潮安大道	注册地址（英文）	Guangdong chaozhou
注册地址邮编	515638		

确定　返回

图 11-39　加工企业信息管理界面

乳制品配送企业信息

厂商识别代码	7201234	注册地址邮编	241000
企业名称（中文）	芜湖丛林乳制品配	注册地址（中文）	芜湖市张家山
企业名称（英文）	Wuhu jungle dair	注册地址（英文）	Wuhu Zhang Jia J
供应商厂商识别代码	7101234		

确定　返回

图 11-40　配送企业信息管理界面

销售企业子系统的员工管理操作界面可以查询员工的一些基本信息：员工编码、所属厂商识别代码、姓名、性别、年龄、籍贯、备注，如图 11-41 所示。

图 11-41　销售企业信息管理界面

加工企业子系统的 EPCIS 信息管理 - EPC 编码信息管理操作界面用于管理加工过程中生成或过期的 EPC 序列编号，如图 11-42 所示。

图 11-42　加工企业 EPCIS 信息管理 - EPC 编码

加工企业子系统中的 EPCIS 信息管理 - EPCIS 事件信息管理操作界面用于管理加工过程中的 EPCIS 事件，如图 11-43 所示。

加工厂EPCIS管理

EPC编码 | EPCIS事件 | 实际位置 | 状态信息 | 对象分类编码 | 本地ONS注册 | 事件监控

EPCIS事件

企业编码	7101234
时区	7101234
事件类型	对象事件
事件时间	2012-09-20
聚合标识	
EPC列表	35413P093A2D5513688a9
对象分类	请选择
事件行为	请选择
统计数量	
业务阶段	入厂检验
对象状态	原料奶
读写器位置	检测入口C
实际位置	加工厂C检测车间
业务单据	加工厂C入厂单

添加 删除 返回

图 11-43　加工企业 EPCIS 信息管理 - EPCIS 事件

参 考 文 献

[1] 高飞，薛艳明，王爱华．物联网核心技术 RFID 原理与应用［M］．北京：人民邮电出版社，2010.
[2] 饶元，陆淑敏，杨宝刚．面向价值链的 RFID 体系架构与企业应用［M］．北京：科学出版社，2007.
[3] 宁焕生，张彦．RFID 产品研发及生产关键技术［M］．北京：电子工业出版社，2007.
[4] 姚寒冰，陆丽萍，程煜．物联网工程技术［M］．北京：清华大学出版社，2011.
[5] 张成海．物联网与产品电子代码（EPC）［M］．武汉：武汉大学出版社，2010.
[6] 王忠敏．EPC 技术基础教程［M］．北京：中国标准出版社，2004.
[7] 王汉新．物流信息管理［M］．北京：北京大学出版社，2010.
[8] 张磊．物流信息技术概论［M］．北京：北京大学出版社，2011.
[9] 王忠敏．EPC 与物联网［M］．北京：中国标准出版社，2004.
[10] 吴忠，张磊．物流信息技术［M］．北京：清华大学出版社，2009.
[11] 彭扬，傅培华，陈杰．信息技术与物流管理［M］．北京：中国物资出版社，2009.
[12] 胡铮．物联网［M］．北京：科学出版社，2011.
[13] 马长胜，刘贤锋．RFID 技术应用［M］．北京：北京理工大学出版社，2014.
[14] 方龙雄．RFID 技术与应用［M］．北京：机械工业出版社，2013.
[15] 兹新新，王苏滨，王硕．无线射频识别 RFID 系统技术与应用［M］．北京：人民邮电出版社，2007.
[16] 李向文．物流实用信息技术［M］．北京：中国物资出版社，2010.
[17] 董丽华．RFID 技术与应用［M］．北京：电子工业出版社，2008.
[18] 周晓光，王晓华．射频识别 RFID 技术原理与应用实例［M］．北京：人民邮电出版社，2006.
[19] 游战清．无线射频技术 RFID 理论与应用［M］．北京：电子工业出版社，2004.
[20] 李日保．现代物流信息化［M］．北京：经济管理出版社，2005.
[21] 李家齐，缪立新．现代物流信息技术［M］．北京：中国物资出版社，2008.

在线互动交流平台

官方微博：http://weibo.com/cmpjsj
机工工控书友群：495046628



RFID与EPC技术

本书特色

本书是为了适应现代智能物流发展需要，促进现代物流业和物流信息技术发展的需要而编写的。本书力求从 RFID 与 EPC 技术原理以及物流应用案例的各个方面进行比较全面的介绍，既强调 RFID 与 EPC 技术的系统设计方法和原理，又立足于该技术在物流领域的实际应用，并给出了现代物流领域的最新案例。主要内容包括：RFID 技术概述、RFID 技术的工作原理及系统组成、RFID 标准化、EPC 基础、EPC 编码体系、EPC 系统网络技术、RFID 在现代仓储物流管理中的应用、RFID 在智能交通领域中的应用、RFID 在配送中心的应用、EPC 技术在第四方物流信息平台中的应用和 EPC 物联网技术在乳制品供应链追溯中的应用。

地址：北京市百万庄大街22号
邮政编码：100037
电话服务
社服务中心：010-88361066
销售一部：010-68326294
销售二部：010-88379649
读者购书热线：010-88379203
网络服务
教材网：http://www.cmpedu.com
机工官网：http://www.cmpbook.com
机工官博：http://weibo.com/cmp1952
封面无防伪标均为盗版


机械工业出版社
微信服务号


计算机分社微信服务号

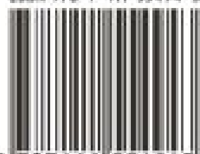

机工社电气信息
图书公众号

上架指导 工业技术 / 物联网

ISBN 978-7-111-55494-3

策划编辑◎时 静 / 封面设计◎





定价：35.00 元